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

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE SOPORTE
PARA AYUDAR A EVITAR ÚLCERAS
POR PRESIÓN EN PACIENTES QUE
PADECEN CONFINAMIENTO
PROLONGADO EN CAMA”**

**ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN PARA CAMBIAR LOS
PUNTOS DE PRESIÓN EN EL CUERPO DEL
PACIENTE**

José Bernardo Torres Valle

**Tesis para obtener el grado de Doctor en
Diseño y Desarrollo de Producto**

Miembros del Jurado:

Dr. Emilio Martínez de Velasco y Arellano
Director de la tesis

**Dr. Benjamín Vázquez González
Dr. Edwing Almeida Calderón
Dr. Jorge Rodríguez Martínez
Dr. Rodrigo Ramírez Ramírez**

Ciudad de México
Enero del 2022

Dedicatoria

A mi esposa Lizbet:

Mi equilibrio, mi apoyo, mi incondicional...mi par.

A mis hijos Uriel y José Bernardo:

Mis fuentes de inspiración y fortaleza para superar obstáculos...espero ser un buen padre y ejemplo para ustedes.

Agradecimientos

Agradezco a mi esposa Lizbet que en todo momento ha estado conmigo apoyándome de forma incondicional y poder cumplir esta etapa de mi vida.

Agradezco a mis hijos, Uriel y José Bernardo, el entenderme y prestarme el tiempo que les pertenecía.

Gracias Liz, gracias hijos, y quiero que sepan que este logro también es suyo...los amo.

Agradezco a mis padres (María de Lourdes y J. Simón [†]) por sembrar en mi persona las bases de la educación, trabajo, honradez, dedicación, responsabilidad...humildad. Padre, espero que desde donde estés, estés orgulloso de mí. Gracias por siempre creer en mí.

Gracias al Dr. Emilio Martínez de Velazco, por todo el apoyo que me brindo, por sus conocimientos que me compartió y por guiarme tan adecuada y asertivamente en la elaboración de este proyecto.

Gracias a la Dra. María Aguirre Tamez por sus conocimientos que compartió conmigo.

Gracias al Dr. Benjamín Vázquez, al Dr. Rodrigo Ramírez, al Dr. Jorge Rodríguez y al Dr. Edwing Almeida, por el tiempo que le dedicaron presente documento, por sus valiosas aportaciones y por sus acertadas y oportunas observaciones.

Gracias a la Universidad Autónoma Metropolitana por abrirme las puertas y llevar a cabo toda mi formación profesional y darme todo el apoyo para el desarrollo de este proyecto.

Resumen

El objetivo del presente trabajo de investigación, fue realizar el diseño del sistema de soporte que permita a pacientes que presentan confinamiento prolongado en cama cambiar posturas de sí mismos, de manera automatizada y programada, considerando determinados tiempos para cada posición, con el fin de que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo y con ello ayudar a evitar, úlceras por presión.

Para la realización de dicho diseño, se llevó a cabo un análisis de patentes de diseños existentes, análogos a la problemática de la presente investigación, así mismo, se realizaron encuestas a especialistas del área médica, con la finalidad de determinar parámetros de diseño, se proyectaron diferentes conceptualizaciones de cómo cambiar los puntos de presión en el cuerpo en pacientes en cama, así como la creación de modelos a tamaño natural, mismos que a través de procedimientos experimentales se evaluaron con especialistas del área médica.

Como resultado se obtuvieron diferentes conceptualizaciones de diseño, sin embargo, a partir de un *procedimiento para selección de diseño óptimo*, desarrollado en esta investigación, se evaluó y se llegó al diseño final o diseño óptimo en mención.

Como conclusión global se determina que es posible diseñar un sistema de soporte que ayude a evitar o prevenir la aparición de úlceras por presión a pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, a partir de cambios de postura de decúbito de manera programada y automatizada.

Índice general

Resumen	IV
Índice general	V
Listado de figuras	XIV
Listado de tablas	XIX

Introducción

Antecedentes.....	1
Planteamiento del problema.....	3
Problema de diseño.....	5
Justificación.....	6
Objetivo general.....	7
Objetivos específicos.....	7
Desarrollo de la investigación.....	8
Resultados y aportaciones.....	10

Capítulo 1

Marco teórico

1.1 Contexto general de la salud en México.....	11
1.1.1 Definición y conceptos.....	11
1.1.2 Demografía.....	12
1.1.3 Condiciones de salud.....	13
1.1.4 Estructura y cobertura.....	14
1.2 Úlceras por presión.....	18
1.2.1 Definición y conceptos.....	18
1.2.2 Problemáticas de úlceras por presión.....	19
1.2.3 Etiología.....	20
1.2.4 Clasificación de las úlceras por presión.....	21
1.2.5 Localización de las úlceras por presión.....	23

1.2.6 Prevención y cuidados.....	25
1.3 Diseño industrial.....	27
1.3.1 Diseño.....	27
1.3.2 Definición de diseño industrial.....	29
1.4 Elementos mecánicos (mecanismos).....	31
1.4.1 Mecanismos.....	31
1.4.2 Mecanismos de 4 barras.....	33
1.4.3 Juntas o par cinemático.....	34
1.4.4 Mecanismos 4 barras Grashoff.....	37
1.4.4.1 Mecanismo manivela balancín.....	37
1.4.4.2 Mecanismo doble manivela.....	38
1.4.4.3 Mecanismo doble balancín.....	38
1.4.5 Movilidad o grados de libertad.....	39
1.5 Controlador Lógico Programable (PLC).....	39
1.5.1 Definición y clasificación.....	40

Capítulo 2

Estado del Arte

2.1 Problemas derivados de la falta de movilidad de personas con estancias prolongadas en cama.....	44
2.1.1 Síndromes Geriátricos.....	45
2.1.2 Síndrome de Dismovilidad.....	46
2.2 Camas, colchones y accesorios de hospital existentes en el mercado para evitar úlceras por presión.....	48
2.2.1 Camas que ayuden a evitar úlceras por presión.....	48
2.2.1.1 Cama articulada con colchón antillagas.....	49
2.2.1.2 Camas eléctricas geriátricas y especial para hospital.....	51
2.2.2 Colchón que ayuda a evitar úlceras por presión.....	52
2.2.2.1 Colchón médico antiescaras de espuma (poliuretano, en estructura de moldes).....	52
2.2.2.2 Colchón antillagas de presión alterna con motor y regulador.....	53

2.2.3 Protectores que ayudan a evitar úlceras por presión.....	55
2.2.3.1 Protectores antiescaras.....	55
2.3 Patentes de camas de hospital.....	59
2.3.1 Análisis de patentes de camas de hospital.....	61
2.3.2 Resumen de patentes de camas similares.....	70
2.3.3 Resultados.....	72
2.3.4 Conclusiones.....	72

Capítulo 3

Marco metodológico

3.1 Problema de diseño.....	74
3.2 Propuesta de solución al problema de diseño.....	74
3.3 Objetivos.....	75
3.3.1 Objetivo general.....	75
3.3.2 Objetivos específicos.....	75
3.4 Hipótesis.....	76
3.4.1 Hipótesis general.....	76
3.4.2 Hipótesis específicas.....	76
3.5 Tipo de investigación.....	77
3.6 Método.....	77

Capítulo 4

Investigación de campo

4.1 Aplicación de cuestionario a especialistas del área médica.....	78
4.2 Resultados y análisis de cuestionario.....	81
4.2.1 Pregunta 1.....	81
4.2.1.1 Resultados de pregunta 1.....	81
4.2.1.2 Análisis de resultados de pregunta 1.....	82
4.2.2 Pregunta 2.....	83
4.2.2.1 Resultados de pregunta.....	83

4.2.2.2 Análisis de resultados de pregunta 2.....	84
4.2.3 Pregunta 3.....	85
4.2.3.1 Resultados de pregunta 3.....	86
4.2.3.2 Análisis de resultados de pregunta 3.....	86
4.2.4 Pregunta 4.....	87
4.2.4.1 Resultados de pregunta 4.....	87
4.2.4.2 Análisis de resultados de pregunta 4.....	88
4.2.5 Pregunta 5.....	89
4.2.5.1 Resultados de pregunta 5.....	89
4.2.5.2 Análisis de resultados de pregunta 5.....	90
4.2.6 Pregunta 6.....	91
4.2.6.1 Respuestas de pregunta 6.....	91
4.2.6.2 Análisis de resultados de pregunta 6.....	92
4.2.7 Pregunta 7.....	93
4.2.7.1 Resultados de pregunta 7.....	93
4.2.7.2 Análisis de resultados de pregunta 7.....	94
4.2.8 Pregunta 8.....	95
4.2.8.1 Resultados de pregunta 8.....	95
4.2.8.2 Análisis de resultados de pregunta 8.....	96
4.2.9 Pregunta 9.....	97
4.2.9.1 Resultados de pregunta 9.....	97
4.2.9.2 Análisis de resultados de pregunta 9.....	98
4.2.10 Pregunta 10.....	99
4.2.10.1 Resultados de pregunta 10.....	99
4.2.10.2 Análisis de resultados de pregunta 10.....	100
4.2.11 Pregunta 11.....	101
4.2.11.1 Resultados de pregunta 11.....	101
4.2.11.2 Análisis de resultados de pregunta 11.....	102
4.2.12 Pregunta 12.....	103
1.2.12.1 Resultados de pregunta 12.....	103
1.2.12.2 Análisis de resultados de pregunta 12.....	104

4.2.13 Pregunta 13.....	105
4.2.13.1 Resultados de pregunta 13.....	105
4.2.13.2 Análisis de resultados de pregunta 13.....	106
4.2.14 Pregunta 14.....	107
4.2.14.1 Resultados de pregunta 14.....	108
4.2.14.2 Análisis de resultados de pregunta 14.....	108
4.3 Resumen de resultados de cuestionario.....	110

Capítulo 5

Requerimientos de diseño

5.1 Elaboración de los requerimientos de la propuesta.....	113
5.2 Resultados: Variables a controlar.....	121
5.3 Requerimientos de diseño.....	122

Capítulo 6

Hipótesis de posturas y comprobación con modelos experimentales

6.1 Modelos a tamaño natural para generar posturas decúbito lateral derecho decúbito lateral izquierdo y trendelenburg invertido del paciente.....	124
6.1.1 Superficie de colchón dividida en dos secciones.....	124
6.1.1.1 Hipótesis.....	124
6.1.1.2 Descripción.....	125
6.1.1.3 Resultados.....	125
6.1.1.4 Conclusiones.....	127
6.1.2 Superficie de cochón dividida en dos secciones con inclinación inicial.....	127
6.1.2.1 Hipótesis.....	127
6.1.2.2 Descripción.....	127
6.1.2.3 Resultados.....	128
6.1.2.4 Conclusiones.....	129
6.1.3 Superficie de colchón dividida en tres secciones.....	129

6.1.3.1 Hipótesis.....	129
6.1.3.2 Descripción.....	129
6.1.3.3 Resultados.....	130
6.1.3.4 Conclusiones.....	131
6.1.4 Superficie de colchón dividida en tres secciones con inclinación inicial.....	131
6.1.4.1 Hipótesis.....	131
6.1.4.2 Descripción.....	132
6.1.4.3 Resultados.....	133
6.1.4.4 Conclusiones.....	134
6.1.5 Posición trendelenburg invertido del paciente.....	135
6.1.5.1 Hipótesis.....	135
6.1.5.2 Descripción.....	135
6.1.5.3 Resultados.....	136
6.1.5.4 Conclusiones.....	136
6.2 Evaluación de las hipótesis de diseño: Diseño óptimo de superficie de colchón.....	136
6.2.1 Requerimientos de diseño para superficie de colchón.....	138
6.2.2 Hipótesis de diseño.....	138
6.2.3 Matriz de selección o ponderación.....	140
6.3 Modelo automatizado a escala de reducción.....	141
6.3.1 Modelo automatizado a escala; superficie de colchón dividida en tres secciones.....	141
6.3.1.1 Hipótesis.....	141
6.3.1.2 Descripción.....	141
6.3.1.3 Resultados.....	144
6.3.1.4 Conclusiones.....	149

Capítulo 7

Validación de la propuesta de diseño

7.1 Pruebas experimentales realizadas por un operario no especializado.....	152
7.1.1 Experimento número 1.....	152
7.1.1.1 Objetivo.....	152
7.1.1.2 Descripción.....	152
7.1.1.3 Resultados.....	154
7.1.1.4 Conclusiones.....	155
7.1.2 Experimento número 2.....	155
7.1.2.1 Objetivo.....	155
7.1.2.2 Descripción.....	155
7.1.2.3 Resultados.....	157
7.1.2.4 Conclusiones.....	159
7.2 Pruebas experimentales realizadas por especialistas del área médica.....	159
7.2.1 Experimento número I.....	160
7.2.1.1 Objetivo.....	160
7.2.1.2 Descripción.....	160
7.2.1.3 Resultados.....	162
7.2.1.4 Conclusiones.....	163
7.2.2 Experimento número II.....	163
7.2.2.1 Objetivo.....	164
7.2.2.2 Descripción.....	164
7.2.2.3 Resultados.....	166
7.2.2.4 Conclusiones.....	167
7.3 Relación sujeto-objeto en validación de propuesta de diseño.....	168
7.3.1 Relación usuario primario (paciente)-colchón.....	168
7.3.2 Relación colchón-estructura.....	170

Capítulo 8

Proyecto

8.1 Dimensiones antropométricas.....	171
8.2 Dimensiones antropométricas considerando percentil 95 a Diseño de Soporte.....	174
8.2.1 Dimensión antropométrica: Peso.....	175
8.2.2 Dimensión antropométrica: Estatura.....	175
8.2.3 Dimensión antropométrica: Anchura máxima del cuerpo.....	176
8.3 Dibujos de las diferentes posturas decúbito del “Sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama”.....	178
8.3.1 Dibujo A. Posición decúbito dorsal.....	179
8.3.2 Dibujo B. Posición decúbito lateral izquierdo.....	180
8.3.3 Dibujo C. Posición decúbito lateral derecho.....	181
8.3.4 Dibujo D. Posición trendelenburg invertido.....	182
8.3.5 Dibujo E. Dibujo de conjunto.....	183
8.4 Dibujo de explosión y planos de los elementos principales que conforman el “Diseño de sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama”.....	184
8.4.1 Dibujo E. Dibujo de Explosión.....	185
8.4.2 Plano de estructura principal.....	186
8.4.3 Plano de base giratoria.....	187
8.4.4 Plano de superficie de colchón lateral.....	188
8.4.5 Plano de base de colchón central.....	189
8.4.6 Plano de barandal.....	190
8.4.7 Plano de cabecera.....	191
8.4.8 Plano de piecera.....	192
8.4.9 Plano de base porta eje.....	193
8.4.10 Plano de base de motor.....	194
8.4.11 Plano de eslabón conector.....	195
8.4.12 Plano de eslabón fijo.....	196

8.4.13 Plano de eslabón acoplador.....	197
8.4.14 Plano de eslabón corredera.....	198
8.4.15 Plano de eslabón manivela.....	199
8.4.16 Plano de eje.....	200
8.4.17 Plano de soporte 1 de actuador.....	201
8.4.18 Plano de soporte 2 de actuador.....	202
8.5 Viabilidad del proyecto.....	203
8.5.1 Viabilidad de mercado.....	203
8.5.1.1 Características del producto.....	204
8.5.1.2 Ventaja competitiva.....	205
8.5.1.3 Productos sustitutos y/o complementarios.....	205
8.5.1.4 Proveedores de insumos, nacionales e internacionales.....	206
8.5.1.5 Principales competidores.....	206
8.5.1.6 Mercado meta.....	206
8.5.2 Viabilidad financiera.....	207
8.5.2.1 Costo directo del diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama.....	207
Conclusiones.....	209
Bibliografía y fuentes consultadas.....	213
Anexos.....	218

Listado de figuras

Capítulo 1

Figura 1.1 Sistema de salud en México

Figura 1.2 Servicios de salud en México

Figura 1.3 Recursos físicos e infraestructura

Figura 1.4 Estadio I

Figura 1.5 Estadio II

Figura 1.6 Estadio III

Figura 1.7 Estadio IV

Figura 1.8 Representación esquemática del concepto de ergonomía

Figura 1.9 Mecanismo 4 barras

Figura 1.10 Eslabones de diferente orden

Figura 1.11 Par cinemático rotacional y prismático

Figura 1.12 Par cinemático de tornillo y cilíndrica

Figura 1.13 Par cinemático de esférico y plano

Figura 1.14 Junta o par cinemático de leva y engranes

Figura 1.15 Mecanismo manivela balancín

Figura 1.16 Mecanismo de doble manivela

Figura 1.17 Mecanismo de doble balancín

Figura 1.18 Controlador Lógico Programable

Figura 1.19 Estructura básica de un PLC

Figura 1.20 Lenguajes de programación

Figura 1.21 Desarrollo de un proyecto con PLC

Capítulo 2

Figura 2.1 Cama articulada con colchón antillagas

Figura 2.2 Cama articulada con colchón antillagas

Figura 2.3 Cama articulada con colchón antillagas

Figura 2.4 Cama articulada con colchón médico antiescaras de aire dinámico

Figura 2.5 Cama eléctrica articulada

Figura 2.6 Cama especial de hospital

Figura 2.7 Colchón de espuma antiescaras

Figura 2.8 Colchón antillagas de presión alterna con motor y regulador

Figura 2.9 Circulación alterna de aire en el sistema

Figura 2.10 Colchón médico antiescaras de aire dinámico

Figura 2.11 Talonera antiescaras

Figura 2.12 Coderas antiescaras

Figura 2.13 Rodillera antiescaras

Figura 2.14 Almohada con agujero para escaras en la oreja

Figura 2.15 Almohada de semillas

Figura 2.16 Zaleas de borrego

Capítulo 4

Figura 4.1 Resultados de pregunta 1

Figura 4.2 Resultados de pregunta 2

Figura 4.3 Resultados de pregunta 3

Figura 4.4 Resultados de pregunta 4

Figura 4.5 Resultados de pregunta 5

Figura 4.6 Resultados de pregunta 6

Figura 4.7 Resultados de pregunta 7

Figura 4.8 Resultados de pregunta 8

Figura 4.9 Resultados de pregunta 9

Figura 4.10 Resultados de pregunta 10

Figura 4.11 Resultados de pregunta 11

Figura 4.12 Resultados de pregunta 12

Figura 4.13 Resultados de pregunta 13

Figura 4.14 Resultados de pregunta 14

Capítulo 5

Figura 5.1 Funciones del Objeto

Capítulo 6

Figura 6.1 Superficie dividida en dos secciones

Figura 6.2 Superficie de colchón dividida en dos secciones

Figura 6.3 Superficie de colchón dividida en dos secciones

Figura 6.4 Superficie dividida en dos secciones con inclinación inicial

Figura 6.5 Inclinación o rotación inicial del marco principal

Figura 6.6 Superficie dividida en tres secciones.

Figura 6.7 Superficie de colchón dividida en tres secciones

Figura 6.8 Posición decúbito de superficie de colchón dividida en tres secciones

Figura 6.9 Concepto de inclinación inicial del marco principal

Figura 6.10 Superficie dividida en tres secciones con inclinación inicial

Figura 6.11 Sujeción entre marco principal y base de tubular a través de perno

Figura 6.12 Inclinación o rotación inicial del marco principal

Figura 6.13 Rotación o giro de las secciones de la base del colchón

Figura 6.14 Posición trendelenburg invertido del usuario

Figura 6.15 Posición trendelenburg invertido

Figura 6.16 Diagrama de flujo para selección de diseño óptimo

Figura 6.17 Componentes principales del sistema automatizado

Figura 6.18 Control alámbrico del sistema automatizado

Figura 6.19 Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho

Figura 6.20 Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho

Figura 6.21 Ángulo de inclinación para lograr la posición de trendelenburg invertido del sistema

Figura 6.22 Elementos que están en contacto directo con el paciente

Capítulo 7

Figura 7.1 Inclínación de la sección 1

Figura 7.2 Inclínación de la sección 2

Figura 7.3 Ángulo de giro del paciente

Figura 7.4 Inclínación de la sección 1

Figura 7.5 Inclínación de la sección 3

Figura 7.6 Inclínación de la sección 6

Figura 7.7 Posición supino de la paciente

Figura 7.8 Flexión de la pierna derecha de la paciente

Figura 7.9 Posición decúbito lateral izquierdo

Figura 7.10 Sujetar o presionar a la paciente

Figura 7.11 Posición decúbito lateral izquierdo

Figura 7.12 Flexión de la pierna derecha de la paciente

Figura 7.13 Giro de la paciente para realizar baño de esponja

Figura 7.14 Aplicación de baño de esponja

Figura 7.15 Hule espuma de alta densidad

Figura 7.16 Colchón de espuma antiescaras

Figura 7.17 Superficie de colchón dividida en tres secciones

Capítulo 8

Figura 8.1 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años

Figura 8.2 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años

Figura 8.3 Cabeza, pie, mano, trabajadores industriales, sexo femenino, de 18 a 65 años

Figura 8.4 Dimensión antropométrica: Peso

Figura 8.5 Longitud de base giratoria

Figura 8.6 Dimensión antropométrica: Estatura

Figura 8.7 Dimensión antropométrica: Anchura máxima del cuerpo

Figura 8.8 Posición decúbito dorsal

Figura 8.9 Posición decúbito lateral izquierdo

Figura 8.10 Posición decúbito lateral derecho

Figura 8.11 Posición trendelenburg invertido

Figura 8.12 Dibujo de conjunto

Figura 8.13 Dibujo de explosión

Figura 8.14 Estructura Principal, pieza 1

Figura 8.15 Base giratoria, pieza 2

Figura 8.16 Superficie de colchón lateral, pieza 3

Figura 8.17 Base de colchón central, pieza 4

Figura 8.18 Barandal, pieza 5

Figura 8.19 Cabecera, pieza 6

Figura 8.20 Piecera, pieza 7

Figura 8.21 Base porta eje, pieza 8

Figura 8.22 Base de motor, pieza 9

Figura 8.23 Eslabón conector, pieza 10

Figura 8.24 Eslabón fijo, pieza 11

Figura 8.25 Eslabón acoplador, pieza 12

Figura 8.26 Eslabón corredera, pieza 13

Figura 8.27 Eslabón manivela, pieza 14

Figura 8.28 Eje, pieza 15

Figura 8.29 Soporte 1 de actuador, pieza 16

Figura 8.30 Soporte 2 de actuador, pieza 17

Listado de tablas

Capítulo 1

Tabla 1.1 Diez Principales Causas de Muerte en México, 2014

Tabla 1.2 Zonas peligrosas con base en la posición del paciente

Capítulo 2

Tabla 2.1 Patentes similares

Tabla 2.2 Bariatric treatment system and related methods

Tabla 2.3 Positional feedback system for medical mattress systems

Tabla 2.4 Hospital bed

Tabla 2.5 Automatic patient turner

Tabla 2.6 Bed patient turning, lifting and transporting apparatus with mobile, folding
and knockdown frame

Tabla 2.7 Multipositional medical bed

Tabla 2.8 Preventing bedsores system for bed runs on electricity

Tabla 2.9 Camas eléctricas geriátricas

Tabla 2.10 Cama especial de hospital

Tabla 2.11 Comparación de patentes de camas similares

Capítulo 4

Tabla 4.1 Especialistas del área médica entrevistados

Tabla 4.2 Resultados de pregunta 1

Tabla 4.3 Resultados de pregunta 2

Tabla 4.4 Resultados de pregunta 3

Tabla 4.5 Resultados de pregunta 4

Tabla 4.6 Resultados de pregunta 5

Tabla 4.7 Resultados de pregunta 6

Tabla 4.8 Resultados de pregunta 7

Tabla 4.9 Resultados de pregunta 8

Tabla 4.10 Resultados de pregunta 9

Tabla 4.11 Resultados de pregunta 10

Tabla 4.12 Resultados de pregunta 11

Tabla 4.13 Resultados de pregunta 12

Tabla 4.14 Resultados de pregunta 13

Tabla 4.15 Resultados de pregunta 14

Tabla 4.16 Comparativa de preguntas de diseño y de funciones (mecanismos) de la
Cama Automatizada

Capítulo 5

Tabla 5.1 Funciones operativas

Tabla 5.2 Funciones prácticas

Tabla 5.3 Funciones expresivas

Tabla 5.4 Funciones económicas

Tabla 5.5 Funciones mecánicas

Tabla 5.6 Variables a controlar en el diseño de la cama automatizada

Tabla 5.7 Requerimientos de diseño

Capítulo 6

Tabla 6.1 Hipótesis de diseño

Tabla 6.2 Matriz de selección o ponderación

Capítulo 7

Tabla 7.1 Resultados de experimento número I

Tabla 7.2 Resultados de experimento número II

Tabla 7.3 Resultados de experimento número I

Tabla 7.4 Resultados de experimento número II

Capítulo 8

Tabla 8.1 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años

Tabla 8.2 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años

Tabla 8.3 Cabeza, pie, mano, trabajadores industriales, sexo femenino, de 18 a 65 años

Tabla 8.4 Costos directos del sistema de soporte

Introducción

Antecedentes

El uso de camas convencionales en personas con discapacidad que presentan confinamiento prolongado en cama ya sea en hospitales o casas habitación, favorecen la aparición de úlceras por presión (también llamadas escaras).

Las úlceras por presión son una problemática que ha sido abordada por diferentes áreas o disciplinas, entre ellas se tiene: médica, terapeuta, nutrición, etcétera.

Así mismo, la ingeniería y el diseño han estado presentes en el apoyo de esta problemática, que va desde desarrollar productos o accesorios básicos como camas hospitalarias, colchones, almohadas, coderas, taloneras, donas, etcétera, hasta sistemas más complejos como lo son almohadas y colchones de presión alterna y camas hospitalarias eléctricas, principalmente.

Hoy en día, se encuentran en el mercado todos los diferentes tipos de productos o accesorios ya mencionados, y seguramente también más, sin embargo, para efectos en esta investigación, de proyectar un sistema de soporte que permita a pacientes que presentan confinamiento prolongado en cama cambiar posturas de sí mismos, con base en la convergencia del Diseño y la Ingeniería, se ha realizado una búsqueda y análisis del Estado de la Técnica en el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI), con la finalidad de conocer el cómo se ha abordado esta problemática en otros países.

Cómo resultado se ha encontrado diferentes patentes de los Estados Unidos de América, así como una patente de Corea, las cuales describen camas y bastidores

que permite colocar al paciente en diferentes posturas, buscando que los puntos de presión entre el cuerpo y el colchón se distribuyan en el cuerpo de dicho paciente.

A continuación, se presenta un pequeño análisis, de patentes encontradas con base en la búsqueda ya mencionada:

- Patente número de registro US7418751B1 y patente número US7080422B2; describen movimientos por decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente en el paciente, a partir de manipular el colchón con dispositivos que se encuentran debajo de este, mismos dispositivos que se inflan o desinflan según el caso.
- Patente número de registro US7346945B2; describe una amplia gama de servicios terapéuticos para pacientes con obesidad.
- Patente número de registro US5544371A; describe el uso de un bastidor de soporte que se coloca sobre una cama de hospital para ayudar a levantar y girar al paciente sobre una sábana.
- Patente número de registro, US4356577A y patente número KR2013061986A (Patente de Corea), describen cambios de postura en los pacientes a partir de sistemas mecánicos o mecanismos, que a su vez generan movimientos de la base o superficie del colchón como una sola pieza.

Cabe mencionar, que las patentes ya mencionadas con números de registros US7080422B2 y KR2013061986A, respectivamente, se describen como camas de prevención de úlceras por presión. Sin embargo, en la totalidad de las patentes analizadas, no se describe alguna que presente características, de diseño y funcionalidad, análogas a la propuesta del presente trabajo de investigación, como por ejemplo que la superficie del colchón tenga tres secciones longitudinales, que a

su vez estén conectadas con mecanismos, que permitan rotar, dichas secciones, de manera independiente para generar en el paciente las posturas por decúbito supino, decúbito lateral derecho y decúbito lateral izquierdo, así como, describir también la generación de la postura trendelemburg invertida en el paciente.

Planteamiento del problema

Una de las problemáticas que padecen las personas que presentan confinamiento prolongado en cama son la úlceras por presión, las cuales afectan su calidad de vida, llegando incluso a ocasionarles la muerte.

La úlcera por presión es una lesión en la piel y tejidos subyacentes como consecuencia de la compresión producida por presión, fricción o cizallamiento entre una protuberancia ósea y los tejidos que la envuelven contra una superficie externa, generalmente cuando la compresión es prolongada o sostenida. Dicha compresión, reduce el flujo sanguíneo capilar de la piel y los tejidos subyacentes, produciendo isquemia, necrosis y la pérdida de la arquitectura tisular (Sibbald R.G, 2011 y Thomas D.R., 2007; citados en Prevención, Diagnóstico y Manejo de las Úlceras por Presión, 2015).

En la formación de las úlceras intervienen diversos factores; al respecto Martínez (2008) señala:

La aparición de la úlcera por presión dependerá no solo del grado de presión que se ejerza sobre los tejidos blandos, sino del tiempo que ésta se mantenga, de manera que una pequeña presión mantenida sobre los tejidos durante dos horas, puede dar lugar a la aparición de las lesiones con frecuencia mayor que una presión de mayor intensidad sostenida durante menos tiempo (p. 24).

Ya que, como se puede apreciar, este padecimiento depende del grado de presión que se ejerce sobre los tejidos blandos, así como del tiempo que esta se mantenga, un aspecto relevante para evitarlo resultan los cambios oportunos en las posturas decúbito¹ en las que los pacientes permanecen en reposo.

Expertos en la materia recomiendan que el tiempo de duración para cada postura sea de dos horas. No obstante, aplicar estas recomendaciones en la práctica resulta complejo, pues influyen diversos factores, como son:

- Falta de personal en clínicas y hospitales para realizar estas funciones.
- Falta de capacitación en temas de mecánica corporal para poder cambiar de postura de forma eficaz y sin causar daño o molestias al paciente.
- Obesidad y sobrepeso del paciente.
- Problemáticas de salud como hernias, lumbalgias, depresión, estrés, etcétera que se presentan en las personas que están al cuidado del paciente (que en muchos de los casos son sus propios familiares), y que afectan su calidad de vida.

A la fecha no se sabe con exactitud el número de personas que presentan úlceras por presión en México, sin embargo para el caso de las personas hospitalizadas Berlowitz (2014, citado por el Instituto Mexicano del Seguro Social, 2015) comenta:

La prevalencia de las úlceras por presión es difícil de establecer, depende el tipo de estudio realizado, de la población estudiada (hospitalizados, ambulatorios, asilados, unidad de cuidados intensivos, etc.). Entre los pacientes hospitalizados se estima una prevalencia entre

¹ Decúbito es la posición corporal que indica estar acostado o tumbado. Las posturas decúbito se clasifican en: Decúbito supino, también llamado decúbito dorsal; en esta postura la persona se encuentra boca arriba, por lo tanto está recostado sobre el dorso. Decúbito prono, también llamado decúbito ventral; en esta postura la persona se encuentra boca abajo, por lo tanto está recostado sobre la pared ventral, el abdomen. Decúbito lateral; en esta postura la persona se encuentra recostada sobre un costado, que a su vez puede ser: Decúbito lateral derecho y Decúbito lateral izquierdo.

el 3-17%, siendo hasta del 50% en cuidados intensivos y en adultos mayores hospitalizados es alrededor del 40% (p. 9).

A pesar de que no se cuentan con datos precisos de la prevalencia de las úlceras por presión es claro que el confinamiento prolongado en cama genera un serio problema para personas que presentan algún tipo de discapacidad motriz, ya que la falta de movimientos en posiciones decúbito causa, principalmente, úlceras por presión.

De igual modo, la falta de movilidad propia del paciente también genera dificultad para que el terapeuta, médico o personas que están a su cuidado puedan realizar sus tareas de forma adecuada y segura, ya que también afecta la salud y calidad de vida de estos.

Por tanto, el objetivo de la presente investigación es proyectar un sistema de soporte que permita a los pacientes tener posturas decúbito y trendelenburg invertido, de sí mismos, de manera automatizada y programada, considerando determinados tiempos para cada posición, con base a la convergencia del Diseño y la Ingeniería, con el fin de que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo y con ello “ayudar” a evitar o prevenir los problemas de salud derivados de su discapacidad de movilidad.

Problema de diseño

Diseñar un sistema de soporte automatizado para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama.

Justificación

Como se ha mencionado anteriormente, las úlceras por presión son lesiones en la piel que presentan las personas que padecen confinamiento prolongado en cama, dicho confinamiento puede ser en hospitales o casa habitación.

El proyectar un sistema de soporte que permita a pacientes que presentan confinamiento prolongado en cama cambiar posturas de sí mismos, de manera automatizada y programada, considerando determinados tiempos para cada posición, ayudará a dichos pacientes a evitar, principalmente, úlceras por presión, ya que estas son lesiones que no solo afectan su salud, sino incluso pueden ocasionarles la muerte.

Cabe mencionar, que el sistema de soporte no solo pretende ayudar al paciente a mejorar su calidad de vida (ayudando a evitar úlceras por presión), sino también a las personas que están a su cuidado, ya sean enfermeras, terapeutas o en muchas ocasiones los mismos familiares de dicho paciente, ya que al realizar las actividades de cambio de posturas o posiciones en los pacientes, tienden a sufrir afecciones en su persona, como son hernias o lumbalgias principalmente, esto derivado por diferentes aspectos, tales como, mala aplicación de técnica de mecánica corporal aplicada al paciente o efectos por fatiga de dichas actividades.

Objetivo general

Proyectar un sistema de soporte que permita a pacientes que presentan confinamiento prolongado en cama cambiar posturas de sí mismos, de manera automatizada y programada, considerando determinados tiempos para cada posición, con base en la convergencia del Diseño y la Ingeniería, con el fin de que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo y con ello ayudar a evitar o prevenir los problemas de salud derivados de su discapacidad de movilidad.

Objetivos específicos

- Analizar el contexto general sobre el campo de la salud y el tema de discapacidad en México.
- Analizar la bibliografía necesaria referida a los temas de Diseño de Producto, Sistemas Mecánicos y Sistemas Automatizados para camas de hospital.
- Proyectar un sistema de soporte que permita a los pacientes tener posturas de sí mismos, considerando aspectos antropométricos para su diseño.
- Proyectar un sistema electro - mecánico para llevar a cabo las posiciones adecuadas de manera autónoma, a partir de un modelo a escala.
- Fabricar dos propuestas de modelo funcional a tamaño natural de la cama, con la finalidad de validar por medio de especialistas del área médica el diseño óptimo de dicha cama, que permita obtener al paciente los cambios posturales de decúbito lateral.
- Realizar análisis de viabilidad con el objetivo de sea técnicamente factible, económicamente justificable y, por supuesto, legal.

Desarrollo de la investigación

El desarrollo de la presente investigación cuenta con el siguiente contenido:

Introducción: En este capítulo se presenta de manera breve las siguientes partes del documento: antecedentes, planteamiento del problema, problema de diseño, justificación, objetivo general, objetivos específicos, desarrollo de la investigación y una breve descripción de resultados y aportaciones.

Capítulo 1

Marco Teórico: En este capítulo se recopilan los fundamentos que respaldan la investigación, como son aspectos generales del campo de la salud en México, definición, problemática y clasificación de úlceras por presión, así como, aspectos de elementos mecánicos.

Capítulo 2

Estado del arte: En este capítulo se recopila la información más relevante sobre los problemas derivados de la falta de movilidad de personas que presentan confinamiento prolongado en cama, así mismo, se presentan camas, colchones y accesorios de hospital existentes en el mercado para evitar úlceras por presión. Cabe mencionar que también se enlista una recopilación de patentes similares, derivadas de una búsqueda del estado de la técnica ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), que presentan características análogas existentes para la solución de la problemática de la presente investigación.

Capítulo 3

Método: En este capítulo se presenta, entre otros conceptos, el problema de diseño, hipótesis y procedimientos utilizados para el análisis y procedimiento para la solución de la problemática de la presente investigación.

Capítulo 4

Investigación de campo: En este capítulo se presentan los resultados y análisis de un estudio realizado en hospitales y clínicas en el Estado de México, referente a personas que presentan confinamiento prolongado en cama.

Capítulo 5

Requerimientos de diseño: En este capítulo se presentan los requerimientos de la propuesta de diseño con base a la información obtenida en capítulos anteriores.

Capítulo 6

Hipótesis de posturas y comprobación con modelos experimentales: En este capítulo se mencionan y describen experimentos realizados para el proceso de la presente investigación. En cada uno de ellos se determina el título, hipótesis, descripción y resultados. Así mismo, se presenta una matriz de selección o ponderación con el objetivo de seleccionar el diseño óptimo de la base del colchón. Cabe mencionar que también se presenta un modelo a escala de la cama automatizada.

Capítulo 7

Validación de la *propuesta de diseño*: En este capítulo se presenta la validación de la propuesta de diseño así como la descripción de experimentos a partir de un modelo a tamaño natural con pacientes sanos y especialistas del área médica, donde cada uno de ellos se determina con título, objetivo, descripción, resultados y conclusiones.

Capítulo 8

Proyecto: En este capítulo se presenta la conceptualización gráfica del proyecto; dibujos isométricos, dibujos de definición de los componentes principales, etcétera, así como, análisis de viabilidad de mercado y viabilidad financiera de dicho proyecto.

Anexos: En esta sección se presenta el formato de cuestionario realizado en hospitales y clínicas del Estado de México, así como la solicitud de registro de Modelo de Utilidad ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

Resultado y aportaciones

Como resultado y aportaciones de la presente investigación, se obtuvo el Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión a pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, a partir de cambios de postura de decúbito de manera programada y automatizada, ya que esto favorece a que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo y con ello evitar la concentración de esfuerzos entre la superficie del colchón y zonas determinadas del cuerpo del paciente.

Para llegar al diseño final o diseño óptimo, se realizaron diferentes modelos, experimentos y sus respectivas evaluaciones, y a partir de esto se desarrolló una metodología para la selección de dicho diseño óptimo, esto a partir de un diagrama de flujo titulado **Diagrama de flujo para la selección de diseño óptimo**.

Cabe señalar, que a partir de dicho diseño óptimo, se realizó la “solicitud de registro de modelo de utilidad” ante el IMPI.

Capítulo 1

Marco teórico

1.1 Contexto general del campo de la salud en México

En México, el derecho a la salud forma parte de los derechos sociales y emana de la Constitución, la cual lo reconoce dentro de las garantías individuales en el cuarto párrafo del artículo 4º:

Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta constitución. (Adicionalmente decreto publicado en el diario oficial de la federación el 03 de febrero de 1983).

Este reconocimiento del derecho se ajusta a los lineamientos internacionales en la materia, tales como recomendaciones de la OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), así como los compromisos adquiridos al ratificar los distintos tratados internacionales sobre derechos humanos.

1.1.1 Definición y conceptos

El concepto de salud depende de la interacción de múltiples factores físicos, psicológicos y sociales.

Como apunta Acevedo y Martínez (2007), “La salud es el logro del más alto nivel de bienestar físico, mental y social y la capacidad de funcionamiento que permitan los factores sociales en los que viven inmersos los individuos y la colectividad” (p. 19).

Todos los factores anteriores no están aislados ni son independientes, están relacionados unos con otros, por lo que la salud depende de la interrelación de ellos.

Así mismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la salud en 1946 en el preámbulo de la constitución de la organización como: “La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. Con respecto a lo que por salud se entiende, esta es la definición más importante e influyente en la actualidad.

La OMS es el acrónimo utilizado para denominar a la Organización Mundial de la Salud, la cual es considerada como la institución de salud más importante y prestigiosa a nivel mundial. La OMS es un organismo creado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En la actualidad, es considerado como uno de los departamentos más importantes de la organización; esto se debe a que ella se especializa en la gestión de políticas de prevención de enfermedades, promoción de la salud e intervención de la misma a nivel mundial.

1.1.2 Demografía

En México la encuesta intercensal 2015, realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se contaron 119 millones 530 mil 753 habitantes alrededor de 61 millones (51.2%) son mujeres y 58 millones son hombres².

El desarrollo demográfico reciente se caracteriza por un descenso de la mortalidad general (de 27 defunciones por 1000 habitantes en 1930 a 5.7 por 1000 en 2015),

² Los **resultados** definitivos del **Censo 2020** indican que la población total en los Estados Unidos Mexicanos es de **126 014 024** habitantes. De ellos, 64 540 634 son mujeres (51.2%) y 61 473 390 son hombres (48.8%).

un incremento en la esperanza de vida (de 34 años en 1930 a casi 74.9 años en 2015) y una disminución de la fecundidad (de siete hijos por mujer en edad reproductiva en los años sesenta a 2.2 en 2015). Estos tres fenómenos han dado lugar a un envejecimiento poblacional, que supone una participación creciente de los adultos mayores en la estructura de la población.

1.1.3 Condiciones de salud

El INEGI destacó que el envejecimiento de su población se hizo evidente a partir de la última década del siglo pasado, al mostrar una inercia que cada vez se hace más notoria. Lo anterior se puede apreciar luego de que de 1990 a 2012 la proporción de niños y jóvenes en la población se redujo, mientras que la participación relativa de adultos mayores pasó de 6.2 por ciento a 9.3 por ciento, y se espera que a 2050 llegue a 21.5 por ciento.

En 1940 la principal causa de muerte en México eran las infecciones gastrointestinales. Hoy ya no constituyen una causa importante de defunción en la población general.

En contraste, las enfermedades del corazón aparecieron como principales causa de muerte en la década de los 1990, ver Tabla 1.1, y para el 2014 apareció nuevamente como la principal causa de defunción en hombres y mujeres en todo el país junto con la diabetes mellitus³.

³ Covid-19 fue la **segunda** causa de muerte en **México en 2020**: Inegi

De acuerdo con el Inegi, debido al Covid-19 fallecieron 201,163 personas en 2020, un registro 60% superior al reportado oficialmente por la Secretaría de Salud para todo 2020 a causa del virus respiratorio SARS-Cov-2

Tabla 1.1 Diez Principales Causas de Muerte en México, 2014

Orden	Principales causas	Defunciones	Porcentaje
	Total	633641	(%)
1	Enfermedades del corazón	121427	19.1633748
	Enfermedades isquémicas del corazón	82334	12.993793
2	Diabetes mellitus	94029	14.8394753
3	Tumores malignos	77091	12.1663529
4	Accidentes	35815	5.65225419
	De tráfico de vehículos de motor	15882	2.5064666
	Enfermedades del hígado	34444	5.43588562
5	Enfermedad alcohólica del hígado	11411	1.800862
6	Enfermedades cerebrovasculares	33166	5.23419413
7	Influenza y neumonía	20550	3.24316135
8	Agresiones	20010	3.15793959
9	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	19715	3.11138326
10	Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	13089	2.06568072

Fuente: México, principales causas de mortalidad 1938 – 2018. Recuperado el 16 de junio de 2019, de <http://www.mexicomaxico.org/Voto/MortalidadCausas.htm>

1.1.4 Estructura y cobertura

El sistema mexicano de salud comprende dos sectores, el público y el privado. Dentro del sector público se encuentran las instituciones de seguridad social [Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa (SEDENA), Secretaría de Marina (SEMAR) y otros] y las instituciones y programas que atienden a la población sin seguridad social [Secretaría de Salud (SS), Servicios Estatales de Salud (SESA), Programa IMSS-Oportunidades (IMSS-O), Seguro Popular de Salud (SPS)]. El sector privado

comprende a las compañías aseguradoras y los prestadores de servicios que trabajan en consultorios, clínicas y hospitales privados, incluyendo a los prestadores de servicios de medicina alternativa. Ver Figura 1.1.

Figura 1.1 Sistema de salud en México

Fuente: Corona González Ricardo Daniel. El sistema de salud en México: De la fragmentación hacia un sistema de salud universal. Recuperado el 3 de marzo de 2016, de <https://www.conaemi.org.mx/single-post/2017/01/15/El-Sistema-de-Salud-en-M%C3%A9xico-De-la-fragmentaci%C3%B3n-hacia-un-Sistema-de-Salud-Universal>

A través de un comunicado, El INEGI y el IMSS, presentaron la Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social (ENESS) 2013. El objetivo de esta encuesta es proporcionar información estadística sobre la seguridad social y la cobertura de salud en México, señala el texto. La encuesta estima que alrededor de tres cuartas partes de la población (77.2%) se encuentran afiliadas a una institución de seguridad social o de salud. De cada 100 personas, 45 están afiliadas al Seguro Popular, 44 al IMSS, 7 al ISSSTE y el resto a otras instituciones públicas o privadas.

Cerca de dos terceras partes de la población (62.8%) requirieron de atención médica durante el último año. En particular, de cada 100.35 personas se atendieron

en la Secretaría de Salud, 27 personas en el IMSS, 28 personas en servicios médicos privados, 5 personas en el ISSSTE y 5 personas en otras instituciones públicas.

Finalmente, una de las cualidades de la ENESS es que permite hacer el vínculo entre los temas de la seguridad social, cobertura en salud y la fuerza de trabajo. Así, se estima que de cada 100 personas afiliadas económicamente activas, 49 están en el IMSS, 39 en el Seguro Popular, 7 en el ISSSTE y 5 en otras instituciones.

La temática de la ENESS organiza en seis bloques: afiliación, seguridad social y servicios médicos; cotizaciones a la seguridad social; pensiones; riesgos de trabajo y atención por maternidad; cuidado de niños y niñas; y cuidado de adultos mayores.

El acceso a la seguridad social y la cobertura en salud son temas fundamentales para el diseño de políticas públicas. En este sentido, la ENESS estima que hay 91 millones de personas (77% de la población total) afiliadas a una institución de seguridad social o de salud; 53% son mujeres y 47% hombres.

El IMSS tiene una mayor cobertura en los estados del norte, la cual disminuye en los estados del sur. El ISSSTE tiene una cobertura más heterogénea a lo largo del territorio nacional. Mientras que el caso del seguro popular, en los estados del sur es mayor y disminuye en los estados del norte.

A partir de la Encuesta Intercensal al 15 de marzo de 2015 realizada por el INEGI, la estimación de la población total sería de 119 938 473 habitantes, con base en esta cifra, el 82.2% de la población equivalente a 98 224 540 habitantes, están afiliados con algún servicio de salud. Las principales instituciones de salud son el Seguro Popular con 49.9% del total de afiliados y el IMSS con el 39.2% del total de afiliados, principalmente. Ver Figura 1.2.

Figura 1.2 Servicios de salud en México

Fuente: INEGI. Encuesta intercensal 2015. Recuperado el 15 junio de 2016, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/intercensal/2015/doc/eic_2015_presentacion.pdf

En la siguiente Figura 1.3, se presentan recursos físicos e infraestructura del sector público, correspondientes al periodo 2003-2013, considerando unidades, camas y consultorios, principalmente, en dicho análisis.

SECTOR PÚBLICO 2003-2013 ^{1/}

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
UNIDADES	19 505	19 782	19 066	19 698	19 955	20 086	21 062	21 524	21 713	22 032	22 228
C EXTERNA ^{2/}	16 988	16 015	12 255	12 424	16 479	17 736	18 753	20 236	20 399	20 720	20 892
HOSPITALIZACIÓN	762	721	630	716	796	1 070	1 117	1 244	1 314	1 312	1 336
ND	1 755	3 046	6 181	6 558	2 680	1 280	1 192	44			
CAMAS ^{3/}	73 446	77 956	76 204	74 122	79 064	79 116	79 707	84 625	85 609	85 656	87 509
CONSULTORIOS	47 709	53 991	53 834	50 602	57 245	58 409	64 291	65 801	70 196	69 220	71 913

^{1/} Incluye información de las siguientes Instituciones: Secretaría de Salud, IMSS-Oportunidades, Universitarios, Estatales, IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEDENA y SEMAR.

^{2/} Incluye unidades y brigadas móviles.

^{3/} Solo considera camas en área de hospitalización.

ND No disponible

Figura 1.3 Recursos físicos e infraestructura

Fuente: prdjalisco. Indicadores sobre salud en México a partir del informe panorama de la salud 2015. Recuperado el 10 de abril 2016, de <http://prdjalisco.mx/blog/algunos-indicadores-sobre-salud-en-mexico-a-partir-del-informe-panorama-de-la-salud-2015-publicado-por-la-organizacion-de-cooperacion-para-el-desarrollo-economico/>

De acuerdo a la información presentada, en la figura anterior, referente al número de camas en área de hospitalización, para el 2013 se contaba con un total de 87,509 camas, lo cual representa un per cápita de 1.35 camas por cada mil habitantes. Según datos del INEGI, para el 2015 el per cápita de camas de hospitalización se incrementó a 1.6 camas por cada mil habitantes. El promedio nacional de enfermeras y enfermeros es de 3.9 por cada mil habitantes.

1.2 Úlceras por presión

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, etcétera.

Sin embargo, el término de 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.

1.2.1 Definición y conceptos

Existen múltiples definiciones de úlceras por presión, al respecto Martínez (2008), señala que “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” (p. 22).

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.

1.2.2 Problemáticas de úlceras por presión

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

Hoy en día las úlceras por presión representan:

- Importante problema de salud pública
- Afectación en todos los niveles asistenciales
- Las personas con edad avanzada son las más susceptibles
- Complicaciones: dolor, infección, sepsis, muerte
- Gasto sanitario
- Estancias hospitalarias hasta cinco veces más
- Carga de trabajo de enfermería
- Costo importante; sufrimiento y recursos.

Un estudio realizado a nivel nacional en 175 unidades médicas, por el IMSS en el año 2013, reportó una prevalencia cruda de úlceras por presión de 12.96%. Sin embargo el conocimiento científico ha demostrado que son lesiones evitables hasta en un 95% de los casos.

De acuerdo con información de la Secretaría de Salud las úlceras por presión son mayormente recurrentes en adultos mayores, pacientes debilitados y personas con una movilidad disminuida o deterioro cognitivo. Sin embargo por experiencia se 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.

1.2.3 Etiología

Las úlceras se producen por una presión externa prolongada y constante, de los tejidos blandos entre una prominencia ósea y un plano duro.

En su desarrollo se conjugan dos mecanismos; la oclusión vascular por la presión externa y el daño endotelial (daño en los tejidos que recubren la zona interna de todos los vasos sanguíneos) a nivel de la micro-circulación. En su formación participan tres tipos de fuerzas: presión, fricción y cizallamiento:

1. **Presión:** Es una fuerza que actúa perpendicular a la piel como consecuencias de la gravedad, provocando un aplastamiento tisular entre dos planos duros, uno perteneciente al paciente y otro extremo a él (cama, sillón, sondas, etcétera).

Una presión superior a 32 mm de Hg, incluirá el flujo sanguíneo capilar, cuya presión oscila entre 6 y 32 mm de Hg), en los tejidos blandos, provocando una hipoxia que si no se alivia, degenerará en la necrosis de los mismos.

2. **Fricción:** Es una fuerza tangencial que actúa paralelamente a la piel, produciendo roces, por movimientos o arrastres. Este tipo de fuerzas se producen por ejemplo al realizar movilizaciones en pacientes encamados de una manera brusca.

3. **Fuerza externa de pinzamiento vascular o cizallamiento:** Combina los efectos de presión y fricción. La fuerza de cizallamiento se produce cuando existe un deslizamiento de superficies adyacentes (ejemplo: posición de Fowler (cama a 45°) que produce cizallamiento del cuerpo, puede provocar fricción en sacro y presión sobre la misma zona.

1.2.4 Clasificación de las úlceras por presión

De acuerdo a la Guía Práctica clínica (GPC) del IMSS, las úlceras por presión las clasifica en los siguientes estadios:

- **Estadio I**

Piel integra con presencia de eritema cutáneo que no palidece al retirar la presión, puede acompañarse de cambios de temperatura en la piel, edema, dolor, induración o insensibilidad. Ver Figura 1.4.

Figura 1.4 Estadio I

Fuente: Actualizaciones terapéuticas dermatológicas y estéticas. Recuperado el 25 de junio de 2016, de <http://www.atdermae.com/ppal086.asp>

- **Estadio II**

Pérdida parcial del grosor de la piel que afecta la epidermis y/o dermis. Úlcera superficial con aspecto de abrasión, ampolla o cráter superficial. Ver figura 1.5.

Figura 1.5 Estadio II

Fuente: Actualizaciones terapéuticas dermatológicas y estéticas Recuperado el 25 de junio de 2016, de <http://www.atdermae.com/ppal086.asp>

- **Estadio III**

Pérdida total del grosor de la piel que implica lesión o necrosis de tejido subcutáneo que puede extenderse hacia abajo pero no por la fascia subyacente. Ver Figura 1.6.

Figura 1.6 Estadio III

Fuente: Actualizaciones terapéuticas dermatológicas y estéticas. Recuperado el 25 de junio de 2016, de <http://www.atdermae.com/ppal086.asp>

- **Estadio IV**

Pérdida total del grosor de la piel con destrucción extensa, necrosis del tejido o lesión del músculo, hueso o estructuras de sostén (tendón, capsula articular etcétera). En este estadio y en el III, pueden presentarse lesiones con cavitaciones o túneles. Ver Figura 1.7.

Figura 1.7 Estadio IV

Fuente: Actualizaciones terapéuticas dermatológicas y estéticas. Recuperado el 25 de junio de 2016, de <http://www.atdermae.com/ppal086.asp>

Los factores de riesgo para la presentación de las úlceras por presión o situaciones que disminuyen la resistencia de los tejidos a las fuerzas antes mencionadas pueden ser intrínsecos y extrínsecos:

- **Factores intrínsecos:** Inmovilidad, alteraciones respiratorias y/o circulatorias, insuficiencia vascular, presión arterial baja, insuficiencia

cardíaca, vasoconstricción periférica, alteraciones endoteliales, anemia septicemia, medicación (inmunosupresión) y desnutrición / deshidratación.

- **Factores extrínsecos:** Humedad, perfumes o lociones que contengan alcohol, superficie de apoyo, masajes en la piel que cubre salientes óseas, presencia de sondas (vesical, nano-gástrica, férulas y yesos).

1.2.5 Localización de las úlceras por presión

El concepto de decúbito es la posición corporal que indica estar acostado o tumbado. Las posturas decúbito se clasifican en:

- Decúbito supino, también llamado decúbito dorsal. En esta postura la persona se encuentra boca arriba, por lo tanto está recostado sobre el dorso.
- Decúbito prono, también llamado decúbito ventral. En esta postura la persona se encuentra boca abajo, por lo tanto está recostado sobre la pared ventral, el abdomen.
- Decúbito lateral. En esta postura la persona se encuentra recostada sobre un costado, que a su vez puede ser:
 - Decúbito lateral derecho.
 - Decúbito lateral izquierdo.

Las zonas más peligrosas son las salientes óseas. En la siguiente Tabla 1.2, se presenta las zonas peligrosas con base en la posición decúbito del paciente.

Tabla 1.2 Zonas peligrosas con base en la posición del paciente

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

Fuente: Cambios posturales. Recuperado el 10 de julio de 2016, de <https://www.alzheimeruniversal.eu/2012/05/13/cambios-posturales-video-e-imagen/>

En general, las úlceras por presión, se producen en sitios donde existen prominencias de los huesos, ver Figura 1.8, 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 1.8 Puntos de presión de acuerdo a posición decúbito

Fuente: Cambios posturales. Recuperado el 20 de julio 2016, de <https://www.alzheimeruniversal.eu/2012/05/13/cambios-posturales-video-e-imagen/>

1.2.6 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, etcétera). 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.

1.3 Diseño industrial

El Diseño Industrial, por mucho tiempo, se ha considerado como una actividad proyectual, que tiene como principal objetivo analizar, crear y desarrollar productos para su fabricación en serie.

Sin embargo, hoy en día los tiempos y las formas de cómo proyectar y dar solución a problemas de diseño han cambiado. El diseño industrial no solo se ha limitado en la búsqueda de resolver problemas de desarrollo de productos, es decir, el diseño industrial también ha sido empático en la búsqueda de mejorar servicios, sistemas, negocios, etcétera, desde un aspecto integral con un enfoque profesional transdisciplinario.

1.3.1 Diseño

Etimológicamente la palabra “diseño” proviene del italiano *disegno*, que significa delineación de una figura, realización de un dibujo. Hoy en día existe una gran diversidad de definiciones con respecto a este concepto, mismas que están en

función de su tiempo de conceptualización y de todo lo que se deriva de ello, como por ejemplo necesidades, problemáticas, características, enfoques, etcétera.

Así mismo, Gabriel Simón (2008) en su libro, + de 100 definiciones de diseño, realiza una recopilación cronológica de definiciones, tanto del diseño como del diseño industrial, en donde el primer concepto es del año 1947 y el último concepto es del año 2008, respectivamente.

La última definición que describe Simón (2008), parte del International Council of Societies of Industrial Design (ICSID). Es la definición más completa y validada internacionalmente:

El diseño es una actividad creativa, cuya voluntad es la de establecer las cualidades multifacéticas de objetos, procesos, servicios y sus sistemas en ciclos de vida completos. El diseño tiene que ver con productos, servicios y sistemas concebidos con herramientas, organizaciones y lógica aportada por la industrialización –no solo en el caso de procesos seriados. El adjetivo ‘industrial’ se debe relacionar con el término industria o en el sentido antiguo de ‘actividad industriosa’. Así el diseño es una actividad que involucra un amplio espectro de profesiones de las cuales los productos, servicios, gráfica, interiorismo y arquitectura forman parte. En su conjunto estas actividades aumentan –de forma coral con otras profesiones relacionadas- el valor de la vida. Por ello, el término diseñador se refiere a un individuo que practica una profesión intelectual, y no simplemente a una actividad comercial o un servicio a empresas. (ICSID, 2007, citado por Simón, 2008, p. 25).

Hoy en día, La Organización Mundial del Diseño (WDO) TM, anteriormente conocida como el Consejo Internacional de Sociedades de Diseño Industrial (Icsid), es una organización no gubernamental internacional que promueve la profesión del diseño industrial y su capacidad para generar mejores productos, sistemas, servicios, y

experiencias; mejores negocios e industria; y, en última instancia, un medio ambiente y una sociedad mejores.

Desde la fundación de 12 asociaciones de diseño profesional en 1957, WDO ha crecido hasta incluir más de 170 organizaciones miembros de más de 40 países, involucrándolos en esfuerzos de colaboración y brindándoles la oportunidad de ser escuchados internacionalmente.

Los miembros aprobaron una visión y una misión renovadas en la asamblea general de octubre de 2015 junto con la aprobación para cambiar el nombre de la organización a Organización Mundial del Diseño.

WDO tiene estatus consultivo especial de las Naciones Unidas. ICSID era organización no gubernamental y sin fines de lucro fundada en 1957 con el principal objetivo de dar impulso a la disciplina del diseño industrial a nivel internacional.

1.3.2 Definición de diseño industrial

Durante el transcurso del tiempo la conceptualización del diseño industrial, se ha definido desde diferentes perspectivas, a principios del presente siglo, autores como Sánchez V., Mauricio y Pineda C., Edgar (2001), lo definen como:

El diseño Industrial es la actividad encargada de formar diseñadores de objetos, designadores de lo cultural y comunicadores de lo social, la cual, desde esa aproximación idónea a la realidad de su discurso de conocimiento, en síntesis, es la concreción de una propuesta conceptual en una morfología, estableciendo una calidad objetual que designa al usuario dentro de un rol, generando una estructura de premisas proyectuales originales a su grupo humano (p. 14).

Sin embargo, la WDO, en la 29a Asamblea General en Gwangju (Corea del Sur), se da la actual definición de Diseño Industrial, “El diseño industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación, genera el éxito empresarial y conduce a una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovadores” (Comité de práctica profesional, WDO, 2015).

Una versión ampliada de esta definición es la siguiente:

El diseño industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación, genera el éxito empresarial y conduce a una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovadores. El diseño industrial cierra la brecha entre lo que es y lo que es posible. Es una profesión transdisciplinaria que aprovecha la creatividad para resolver problemas y co-crear soluciones con la intención de mejorar un producto, sistema, servicio, experiencia o negocio. En esencia, el diseño industrial proporciona una forma más optimista de mirar el futuro al replantear los problemas como oportunidades. Vincula la innovación, tecnología, investigación, negocios y clientes para proporcionar un nuevo valor y una ventaja competitiva en las esferas económica, social y ambiental (Comité profesional WDO, 2015).

El diseño industrial ha profundizado en entender las necesidades de los usuarios y dar solución de forma integral (siendo empático con aspectos económicos, sociales y ecológicos), así mismo, el enfoque ha cambiado, no solo se busca mejorar un producto, sino también un sistema de productos, servicios, experiencias o negocios. El diseño industrial es un área transdisciplinaria en donde la ciencia, la tecnología, la innovación e intereses comerciales están presentes.

1.4 Elementos mecánicos (mecanismos)

La evolución de las máquinas ha estado condicionada por los avances científicos y tecnológicos, así como las necesidades o problemáticas que han surgido para el proceso evolutivo del hombre.

Las máquinas y mecanismos son dispositivos que han sido creados por el hombre a través de la historia, con el principal objetivo de realizar tareas que sobrepasan su capacidad física o intelectual.

1.4.1 Mecanismos

Los mecanismos son elementos destinados a transmitir y transformar fuerzas y movimientos desde un elemento motriz (motor) a un elemento conducido. Han permitido al ser humano desde sus orígenes a realizar determinados trabajos con mayor comodidad y con menor esfuerzo.

Como apunta Miszka (2012), “Un mecanismo es una parte mecánica de una máquina, cuya función es transmitir movimiento y fuerza de una fuente de potencia a una salida” (p.1).

Derivado de sus características de funcionalidad el estudio de los mecanismos es fundamental para áreas como el diseño de productos y la ingeniería mecánica, entre otras, ya que transforman movimientos en patrones deseables de acuerdo a las necesidades del hombre.

De manera general los mecanismos se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

Grupo 1. Mecanismos que se utilizan para modificar la fuerza de entrada:

- Balancín
- Polea simple
- Polea móvil o compuesta
- Polipasto.
- Manivela-torno

Grupo 2. Mecanismos que se utilizan para modificar la velocidad:

- Ruedas de fricción
- Sistema de poleas
- Engranajes (Ruedas dentadas)
- Sistema de engranajes con cadena
- Tornillo sin fin

Grupo 3. Mecanismos que se modifican para modificar el movimiento:

- Tornillo - tuerca
- Piñón - cremallera
- Biela - manivela
- Cigüeñal – biela
- Excéntrica
- Leva
- Trinquete

Grupo 4. Otros mecanismos.

- Los frenos se utilizan para regular el movimiento. Existen de tres tipos: De disco, de cinta y de tambor.
- Mecanismos para acoplar o desacoplar ejes: Embrague de fricción, embrague de dientes, juntas Oldham y junta carda.

- Mecanismos de acumulación de energía: Los muelles, resortes y amortiguadores.
- Mecanismos que se usan de soporte: Cojinetes y rodamientos.

El estudio de los mecanismos es muy amplio y existen un número infinito de estos, sin embargo existen tres mallas elementales en esta temática que una vez estas examinadas y resueltas cualquier tipo de mecanismo se puede analizar como una combinación entre ellas. Las mallas elementales son:

- Mecanismos de cuatro barras
- Mecanismo de manivela corredera
- Inversión del mecanismo manivela corredera

1.4.2 Mecanismos de 4 barras

Un mecanismo de 4 barras es una cadena cinemática cerrada de eslabones conectados por articulaciones llamadas juntas o pares cinemáticos. En la Figura 1.9 se muestran los eslabones que componen un mecanismo 4 barras, los cuales son:

- r1: Eslabón de referencia
- r2: Manivela
- r3: Eslabón acoplador
- r4: Eslabón de salida

Figura 1.9 Mecanismo 4 barras
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Cabe mencionar, que los eslabones son piezas rígidas que tienen dos o más pares o elementos de conexión, por medio de los cuales se pueden unir elementos, con el fin de transmitir movimiento o esfuerzo de una pieza a otra.

Existen eslabones de diferente orden, ver Figura 1.10, entre los cuales se encuentran:

- Eslabón Binario: dos nodos
- Eslabón Ternario: tres nodos
- Eslabón Cuaternario: cuatro nodos

Figura 1.10 Eslabones de diferente orden
Fuente: Robert L. Norton (2004).

1.4.3 Juntas o par cinemático

Las juntas o pares cinemáticos son las uniones entre dos o más eslabones. Las juntas establecen el tipo y la cantidad de movimientos permisibles entre cada par de elementos presentes en la junta, pudiendo ser movimiento de traslación, rotación o mixto. Las juntas o pares cinemáticos se clasifican en:

- I. **Junta o par cinemático inferior.** Existe cuando el acoplamiento entre los dos cuerpos tienen lugar mediante una superficie, para visualizar la presente clasificación, a continuación se muestran los diferentes tipos de ellos. Estas pueden ser:

a) Par cinemático rotacional y prismático

En la siguiente Figura 1.1, se presentan pares cinemáticos (también llamadas juntas) de tipo rotacional (o revoluta) y prismático. Cabe mencionar, que las juntas de tipo revoluta, permiten movimientos rotacionales, mientras que las juntas de tipo prismáticas permiten movimientos de traslación.

Figura 1.11 Par cinemático rotacional y prismático
Fuente: Robert L. Norton (2004).

b) Par cinemático de tornillo y cilíndrica

La junta de tornillo y junta cilíndrica, permiten movimientos rotacionales, y traslacionales, esto se puede observar en la siguiente Figura 1.12.

Figura 1.12 Par cinemático de tornillo y cilíndrica
Fuente: Robert L. Norton (2004).

c) Par cinemático de esférico y plano

La junta esférica permite tres movimientos rotacionales, mientras que la junta plana solo permite un movimiento rotacional y dos movimientos de traslación sobre ejes ortogonales en un plano bidimensional.

Figura 1.13 Par cinemático de esférico y plano

Fuente: Robert L. Norton (2004).

- II. **Junta o par cinemático superior.** Existe cuando el acoplamiento entre los dos cuerpos se realiza a través de una línea o de un punto. Estas pueden ser:

a) **Junta o par cinemático de leva y engranes**

Las juntas de leva presentan acoplamientos puntuales, mientras que las juntas de engranes, el tipo de acoplamiento que presentan son a través de una línea.

Figura 1.14 Junta o par cinemático de leva y engranes

Fuente: Roda Buch, A., Mata Amela, V., Albelda Vitoria, J. (2016).

1.4.4 Mecanismos 4 barras Grashoff

La condición necesaria para que al menos una barra del mecanismo de 4 barras pueda realizar giros completos se conoce como condición de Grashoff y se enuncia como sigue:

"Si $s + l < p + q$ entonces, al menos una barra del mecanismo podrá realizar giros completos"

Donde s es la longitud de la barra más corta, l es la longitud de la barra más larga y p, q son las longitudes de las otras dos barras. Existen tres tipos diferentes de mecanismos de Grashof y un solo tipo de mecanismo no de Grashof, que se describen a continuación:

1.4.4.1 Mecanismo manivela-balancín

A partir de la cadena cinemática de 4 barras se obtiene este mecanismo cuando la barra más corta (s) es una manivela. En este mecanismo, dicha barra más corta realiza giros completos mientras que la otra barra articulada a tierra posee un movimiento de rotación alternativo (balancín). Ver Figura 1.15.

Figura 1.15 Mecanismo manivela balancín

Fuente: Ley de Grashof. Recuperado el 23 de agosto de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_de_cuatro_barras

1.4.4.2 Mecanismo de doble manivela

A partir de la cadena cinemática de 4 barras se obtiene el mecanismo de doble manivela, ver Figura 1.16, este mecanismo la barra más corta (s) es la barra fija. En este caso, las dos barras articuladas a la barra fija pueden realizar giros completos (manivelas). Ver Figura 1.16.

Figura 1.16 Mecanismo de doble manivela

Fuente: Ley de Grashof. Recuperado el 23 de agosto de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_de_cuatro_barras

1.4.4.3 Mecanismo de doble balancín

A partir de la cadena cinemática de 4 barras se obtiene este mecanismo de doble balancín, ver Figura 1.17, cuando la barra más corta (s) es el acoplador. Este mecanismo está formado por dos balancines articulados a la barra fija y un acoplador que puede dar vueltas completas.

Figura 1.17 Mecanismo de doble balancín

Fuente: Ley de Grashof. Recuperado el 23 de agosto de 2016, de https://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_de_cuatro_barras

1.4.5 Movilidad o Grados de Libertad

El concepto de grado de libertad (GDL) o movilidad es fundamental tanto para la síntesis como para el análisis de mecanismos, nos indica la cantidad de entradas de movimiento que admite un mecanismo.

Como apunta Norton (2004), “El número de entradas que se necesita proporcionar para crear una salida predecible. También: el número de coordenadas independientes requerido para definir su posición” (p. 34).

Para determinar los GDL de un mecanismo se deben de considerar el número de eslabones del mecanismo a analizar así como los tipos de pares cinemáticos tanto inferiores como superiores. Se puede estimar mediante la ecuación de Gruebler:

$$GDL = 3(n - 1) - 2J_1 - J_2$$

Donde:

GDL: Grados de libertad del mecanismo.

n: Número de eslabones del mecanismo.

J_1 : Pares inferiores.

J_2 : Pares superiores.

1.5 Controlador Lógico Programable (PLC)

Un PLC, denominado así por las siglas en inglés de Controlador Lógico Programable, es un aparato desarrollado para remplazar los circuitos secuenciales de relés utilizados en el control de máquinas. El PLC trabaja revisando sus entradas, y dependiendo del estado de éstas, manipula el estado de sus salidas, encendiéndolas o apagándolas. El usuario debe ingresar un programa (software), que lleva a obtener los resultados de operación deseados.

1.5.1 Definición y características

Un *PLC* es un sistema electrónico programable diseñado para ser usado en un entorno industrial, ver Figura 1.18, 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.

Un PLC es una pequeña computadora usada en la automatización de procesos del mundo real, son usados en varias aplicaciones de tareas cotidianas. Su uso involucra operaciones de maquinada, líneas de producción, embalaje, manejo de materiales, ensamblaje automatizado y en casi todas las tareas que requieren aplicar movimientos repetitivos.

Figura 1.18 Controlador Lógico Programable

Fuente: Controlador lógico programable. Recuperado el 10 de febrero de 2017, de https://mx.wiautomation.com/siemens/plcsistemas/6ED10521MD000BA6?SubmitCurrency=1&id_currency=6&gclid=CjwKCAjw_qb3BRAVEiwAvwq6VjI5UPLI1-z_FHn6oHI8KqxhykH9Mkv0TWZJ1QmG6PQb_zUVYH6kQxoCaZIQAvD_BwE.

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tareas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos. Es básicamente una computadora y por lo tanto posee la estructura interna típica del

mismo, conformada por tres elementos principales, tal como se muestra en la Figura 1.19.

Figura 1.19 Estructura básica de un PLC

Fuente: Control Lógico Programable, PLC. Recuperado el 3 de mayo de 2017, de <https://controlreal.com/es/controlador-logico-programable-plc/>

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. En la siguiente Figura 1.20 se presenta la estructura de programación con lenguajes conocidos de PLC.

Figura 1.20 Lenguajes de programación

Fuente: Lenguajes de programación. Recuperado el 10 de junio 2017, de <https://es.slideshare.net/alexoluthor/plcs-14035728>

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 autómat.

En la siguiente Figura 1.21, se muestra un diagrama de bloques que representa la forma o proceso del desarrollo de la aplicación de *PLC* a proyectos.

Figura 1.21 Desarrollo de un proyecto con PLC

Fuente: Desarrollo de un proyecto con PLC. Recuperado el 22 de agosto de 2016, de <https://es.slideshare.net/dlingtn/presentacin-plc-18336266>

Capítulo 2

Estado del arte

En el presente capítulo se recopila información relevante sobre los problemas derivados de la falta de movilidad de personas que presentan confinamiento prolongado en cama, así mismo, se presentan camas, colchones y accesorios de hospital existentes en el mercado para evitar úlceras por presión.

Cabe mencionar, que también se enlista una recopilación de patentes similares de sistemas y/o camas, esto derivado de una búsqueda del estado de la técnica ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), con la finalidad de analizar características análogas existentes para la solución de la problemática de la presente investigación.

2.1 Problemas derivados de la falta de movilidad de personas que presentan confinamiento prolongado en cama

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

2.1.1 Síndromes Geriátricos

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 geriatría es la rama de la medicina dedicada al anciano que se ocupa del diagnóstico y tratamiento de sus enfermedades agudas y crónicas de su recuperación funcional y de su reinserción en la sociedad. La palabra geriatría 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.

Algunos de los objetivos que busca la geriatría 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*, *síncopes*, *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.

2.1.2 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 deambulación" (p. 649).

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

Otro grupo incluye el término de “desplazamiento”, definiéndola como la “restricción, generalmente involuntaria, en la capacidad de transferencia y/o desplazamiento de una persona a causa de problemas físicos, funcionales o psicosociales.” (J .I. González y T. Alarcón, 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 sólo a partir de deterioro de las funciones motoras, sino desde el deterioro progresivo de cualquiera de las esferas: biológica, psíquica, social, espiritual o funcional, lo que, eso sí, termina por afectar de alguna manera la capacidad de moverse del paciente. En la vida no existe inmovilidad. Aún con un paciente encamado en las últimas etapas existe latente la capacidad de ser trasladado, además de la movilidad autónoma, pasiva o vegetativa. Ejemplos de ella son la movilidad cardiovascular, ocular, respiratoria y digestiva. Así mismo, 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 generar personas que presenten confinamiento prolongado 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 en las personas que presentan confinamiento prolongado en cama úlceras por presión.

2.2 Camas, colchones y accesorios de hospital existentes en el mercado para evitar 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.

2.2.1 Camas que ayuden a evitar úlceras por presión

A continuación se presenta una variedad de tipos de camas, que tienen la finalidad de ayudar a los pacientes a evitar úlceras por presión.

2.2.1.1 Cama articulada con colchón antillagas

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, por ejemplo, camas articuladas que van desde sistemas sencillos o básicos, donde su fuente de movimiento es a través de sistema de manivelas como se muestra en la siguiente Figura 2.1, hasta camas más complejas en donde utilizan electricidad como fuente de energía.

Figura 2.1 Cama articulada con colchón antillagas

Fuente: Colchón de presión alterna antillagas. Recuperado el 15 de marzo de 2015, de <https://medicalgroupabe.com.mx/images/venta/grandes/8.jpg>

En la siguiente cama de la Figura 2.2, 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 a diferencia que la fuente motriz de movimiento es a través de energía eléctrica.

Figura 2.2 Cama articulada con colchón antillagas

Fuente: Colchón de presión alterna antillagas. Recuperado el 16 de marzo de 2015, de <https://medicalgroupabe.com.mx/images/venta/grandes/8.jpg>

La cama de la siguiente Figura 2.3, permite que el paciente tenga posición sedente así como también movimientos alternativos en las piernas, esta cama funciona con energía eléctrica y presenta en su diseño un sistema de barandales, mismo que los modelos anteriores no presentan.

Figura 2.3 Cama articulada con colchón antillagas

Fuente: Colchón antiescaras de aire compresor regulable (sobrecolchón antillagas) riesgo bajo de 16 a 23 puntos en la escala Braden. Recuperado el 18 de marzo de 2015, de <https://www.ortopediaplaza.com/producto/colchon-antiescaras-de-aire-compresor-regulable/>

En el sistema de cama articulada mostrado en la siguiente Figura 2.4, también permite al paciente tener diferentes posiciones. Así mismo, se puede observar que los sistemas presentan la misma función con respecto a la posición del usuario desde perspectivas diferentes con base en su diseño.

Figura 2.4 Cama articulada con colchón médico antiescaras de aire dinámico (multimodal células tubulares)

Fuente: Colchón antiescaras Pro-Care 4 para uso hospitalario. Recuperado el 18 de marzo de 2015, de <https://mundodependencia.com/colchon-antiescaras-pro-care-4-para-uso-hospitalario/>

Cabe mencionar, que las camas mostradas en las Figuras anteriores el común denominador que presentan es un sistema de colchón inflable, algunos con movimientos alternativos que más adelante se mencionaran con más detalle.

2.2.1.2 Camas eléctricas geriátricas y especial para hospital

En la siguiente Figura 2.5, se muestra una cama diseñada especialmente para tercera edad, ergonómica y resistente, de cuatro secciones. Elevación eléctrica con mando, barandillas de protección, los acabados son en madera y otros materiales. También presenta ruedas carenadas y quinta rueda.

Figura 2.5 Cama eléctrica articulada

Fuente: Camas eléctricas geriátricas y especial para hospital. Recuperado el 22 de enero de 2016, de <http://www.eymasa.com/producto/camas-electricas-geriatricas/>

La cama especial de hospital que se muestra en la siguiente Figura 2.6, se diferencia en sus marcos, colchones y accesorios. La cama que se presenta es eléctrica y proporciona comodidad y un ajuste más fácil y es ideal para los pacientes inmóviles o con muy poca movilidad. Una característica principal que presenta esta cama es generar en el paciente una posición decúbito lateral, lo cual ayuda a las personas que están a su cuidado a desarrollar con más facilidad actividades o tareas referentes a la higiene del paciente así como también, cambiar los puntos de presión en el cuerpo de dicho paciente al colocarlo en diferente posición.

Figura 2.6 Cama especial de hospital

Fuente: Cama hospitalaria. Recuperado el 15 de marzo de 2016, de <https://www.linnet.es/es/cuidado-sanitario/camas/camas-universales/latera-acute>

2.2.2 Colchón que ayuda a evitar úlceras por presión

Una familia de materiales que sin duda alguna ofrece propiedades o características ideales en los sistemas para personas que presentan confinamiento prolongado en cama, es la de los *polímeros*, entre ellos se tiene a los *poliuretanos*, aplicados en diferentes productos.

2.2.2.1 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, ver Figura 2.7. 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 2.7 Colchón de espuma antiescaras

Fuente: Colchón para enfermos antiescaras. Recuperado el 3 de abril de 2016, de <https://mundodependencia.com/colchon-para-enfermos-antiescaras-softform-excel/>

2.2.2.2 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. Ver Figura 2.8.

Figura 2.8 Colchón antillagas de presión alterna con motor y regulador

Fuente: Health Depo. Colchón de presión alterna con motor y regulador Especial para personas con poco o nulo movimiento. Recuperado el 15 de abril de 2016, de <http://cuauhtemoc-distributofederal.olx.com.mx/colchon-antillagas-de-presion-alterna-con-motor-y-regulador-iid-520831970>

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, ver Figura 2.9, ese movimiento hace una especie de masaje en el paciente para que no se produzcan

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 2.9 Circulación alterna de aire en el sistema

Fuente: Health Depo. Colchón de presión alterna con motor y regulador Especial para personas con poco o nulo movimiento. Recuperado el 12 de septiembre de 2015, de <http://cuauhtemoc-distritofederal.olx.com.mx/colchon-antillagas-de-presion-alterna-con-motor-y-regulador-iid-520831970>

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. Ver siguiente Figura 2.10.

Figura 2.10 Colchón médico antiescaras de aire dinámico (multimodal células tubulares)

Fuente: Quart Healthcare. Recuperado el 20 de abril de 2016, de https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://www.hmebc.com/product_manufacturer/arjohuntleigh/&prev=search

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

2.2.3 Protectores que ayudan a evitar úlceras por presión

A continuación se presentan algunos protectores y/o accesorios que se utilizan para cubrir zonas sensibles en donde los puntos de presión entre el cuerpo y el colchón se hace presente.

2.2.3.1 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 2.11, 2.12 y 2.13, respectivamente

Figura 2.11 Talonera antiescaras

Fuente: Flickr. Talonera antiescaras. Recuperado el 4 de octubre de 2016, de <https://www.flickr.com/photos/exclusivasiglesias/with/6219335503/>

Figura 2.12 Codera antiescaras

Fuente: Flickr. Codera antiescaras. Recuperado el 4 de octubre de 2016, de <https://www.flickr.com/photos/exclusivasiglesias/with/6219335503/>

Figura 2.13 Rodillera antiescaras

Fuente: Flickr. Rodilleras antiescaras. Recuperado el 4 de octubre de 2016, de <https://www.flickr.com/photos/exclusivasiglesias/with/6219335503/>

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 2.14.

Figura 2.14 Almohada con agujero para escaras en la oreja

Fuente: Flickr. Almohada con agujero para escaras en la oreja. Recuperado el 5 de octubre de 2016, de <https://www.flickr.com/photos/exclusivasiglesias/with/6219335503/>

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 2.15 Almohada de semillas

Fuente: Blanquería. Almohada de semillas. Recuperado el 15 de noviembre de 2016, de <https://www.blanqueria.net/almohadas/almohadas-semillas.html>

- 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 guarda olores, es higiénico, no guarda bacterias y puede ser lavado en casa sin perder sus propiedades.

Las zaleas de borrego (ver Figura 2.16), 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 presente diseño del sistema automatizado se puede considerar el uso de las zaleas de borrego.

Figura 2.16 Zaleas de borrego

Fuente: Artículos ortopédicos Oaxaca. Zaleas de borrego. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, de <https://www.articulosortopedicosdeoaxaca.com/hospitalario/44-colchon-de-presion-alterna-airsoft-2500.html>

2.3 Patentes de camas de hospital

Según el IMPI, “Una Patente es el derecho de exclusividad que otorga el estado sobre una invención”. Así mismo, hace del conocimiento público que las invenciones patentables son productos o procesos que cumplen con los siguientes requisitos:

- *Novedad*: Se considera nuevo, todo aquello que no se encuentre en el estado de la técnica.
- *Estado de la Técnica*: Todos los conocimientos técnicos que se han publicado en cualquier medio.
- *Actividad Inventiva*: Es el proceso creativo de la invención.
- *Actividad Industrial*: Es la posibilidad de comercializar el producto o que pueda utilizarse en cualquier rama industrial o económica.

Como parte del proceso del presente proyecto, se realizó una búsqueda del **estado de la técnica** en el **IMPI**, cuyo tema fue “**Cama de hospitales**”. En la sección de **anexos**, del presente trabajo, se agrega información proporcionada por parte del IMPI, referente a la **base de datos de consulta** utilizada para la búsqueda de patentes de la presente temática.

La finalidad de realizar la búsqueda de patentes, se basa en conocer y analizar características de diseño de invenciones, o camas análogas, enfocadas a ayudar a evitar la aparición de úlceras por presión, así como, también analizar la probabilidad de que el diseño o producto (cama) de la presente investigación es susceptible a patentar.

A continuación se enlista información correspondiente a los resultados obtenidos (patentes y camas comerciales), tanto de la búsqueda comentada en el IMPI, especificando, patente a analizar, número de registro de patente, fecha de publicación, nombre de la respectiva patente y fuente de consulta con base en

resultados emitidos por el IMPI. Dicha información se puede observar en la siguiente Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Patentes de camas similares

Patente a analizar	Número de registro	Fecha de publicación	Nombre de patente a analizar	Fuente de consulta
1	US7346945B2	2008-03-25	<i>Bariatric treatment system and related methods</i> (Sistema de tratamiento bariátrico y métodos relacionados)	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
2	US7418751B1	2008-09-02	<i>Positional feedback system for medical mattress systems</i> (Sistema de realimentación posicional para sistemas de colchón médico)	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
3	US7296312B2	2007-11-20	Hospital bed (Cama de hospital)	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
4	US7080422B2	2006-07-25	Automatic Patient Turner (Giradora de pacientes automática)	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
5	US5544371A	1996-08-13	Bed patient turning, lifting and transporting apparatus with mobile, folding and knockdown frame (Cama de giro, elevación y transporte de cama para pacientes con bastidor móvil, plegable y desmontable)	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
6	US4356577A	1982-11-02	Multipositional medical bed (Cama médica multiposicional)	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
7	KR201306198 6A	2013-06-12	Preventing bedsores system for bed runs on electricity (Sistema para cama eléctrica para prevenir úlceras por presión)	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
8	Comercial	Consulta 2016	Cama eléctrica geriátrica	
9	Comercial	Consulta 2016	Cama especial de hospital	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

2.3.1 Análisis de patentes de camas de hospital

Con base, a las patentes mostradas en la anterior, Tabla 2.1, se presenta, de forma individual para cada una patente, un respectivo análisis describiendo, entre otros conceptos, similitudes y diferencias de diseño con respecto al diseño de la presente investigación (Ver de Tabla 2.2 a Tabla 2.10).

Tabla 2.2 Bariatric treatment system and related methods (Sistema de tratamiento bariátrico y métodos relacionados)

1	<i>Bariatric treatment system and related methods (Sistema de tratamiento bariátrico y métodos relacionados)</i>
TIPO	PATENTE
NO. DE REGISTRO	US7346945B2
FECHA DE PUBLICACIÓN	2008-03-25
CESIONARIO / SOLICITANTE	KCI Licensing Inc.,San Antonio,TX,US
FUENTE	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
RESUMEN	Un sistema de tratamiento bariátrico que proporciona una amplia gama de servicios terapéuticos para el paciente obeso. El sistema de tratamiento comprende generalmente un bastidor de la cama estable sobre la que está montado un sistema de colchón terapéutico de baja pérdida de aire. Controles de hardware y software integrados proporcionan terapias tales como la pulsación, percusión, rotación, silla cardiaca y Trendelenburg. Medios se dan a conocer mediante el cual el paciente bariátrico puede con seguridad y comodidad entrar y salir de la cama con relativa facilidad. La cama es adaptable para el transporte dentro de un hospital, incluyendo características tales como un modo de transporte en el que el eje lateral de la cama y se reduce al mínimo batería de reserva para mantener las terapias necesarias durante el transporte del paciente.
SIMILITUDES	1. El sistema coloca al paciente en diferentes posturas de forma automatizada.
DIFERENCIAS	1. El sistema trabaja con colchones terapéuticos de baja pérdida de aire, no genera las posiciones por decúbito lateral izquierdo y decúbito lateral derecho al paciente, así como la verticalización del mismo. Se enfoca principalmente al tratamiento bariátrico de los pacientes.
IMAGEN

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.3 Positional feedback system for medical mattress systems (Sistema de realimentación posicional para sistemas de colchón médico)

2	<i>Positional feedback system for medical mattress systems (Sistema de realimentación posicional para sistemas de colchón médico)</i>
TIPO	PATENTE
NO. DE REGISTRO	US7418751B1
FECHA DE PUBLICACIÓN	2008-09-02
CESIONARIO / SOLICITANTE	KCI Licensing Inc., San Antonio, TX, US
FUENTE	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
RESUMEN	<p>Un aparato ajusta las presiones de una superficie del colchón terapéutico de acuerdo con la posición angular de dicha superficie. El aparato comprende un sensor de posición angular y un sensor de rotación que están alojados juntos en un recinto que tiene una superficie superior en forma de una placa circular. La placa circular se monta ya sea en la superficie del colchón o en la parte inferior del soporte del colchón. Los sensores de posición y rotación angular miden el plano horizontal de referencia perpendicular a la dirección de la fuerza de la gravedad. El aparato comprende además un conjunto de válvula de controlador de ventilador que procesa los datos recibidos de los sensores de posición y rotación angular para mantener, aumentar o disminuir las presiones dentro del colchón.</p>
SIMILITUDES	<ol style="list-style-type: none"> 1. El colchón cambia de postura al paciente en posición por decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente. Logrando con esto que los puntos de presión entre la superficie del colchón y el paciente puedan distribuirse.
DIFERENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema de realimentación posicional para sistemas de colchón médico sólo es un aparato que ajusta las presiones de una superficie del colchón de acuerdo como la posición angular de dicha superficie, este sistema trabaja con sensores de posición y el sistema trabaja por medio de aire (neumática) a diferencia del sistema propuesto es de que la superficie que recibe al colchón gira con este último a través de sistemas mecánicos. 2. Carece de postura de trendelemburg invertida del paciente.
IMAGEN

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.4 Hospital bed (Cama de hospital)

3	Hospital bed (<i>Cama de hospital</i>)
TIPO	PATENTE
NO. DE REGISTRO	US7296312B2
FECHA DE PUBLICACIÓN	2007-11-20
CESIONARIO / SOLICITANTE	Hill Rom Services Inc.,Wilmington,DE,US
FUENTE	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
RESUMEN	<p>Un soporte de paciente que incluye un bastidor y un colchón soportado por el bastidor.</p> <p>El marco incluye un soporte de la cubierta y una cubierta que sostiene el colchón.</p>
SIMILITUDES	<ol style="list-style-type: none"> 1. La presente cama de hospital también busca colocar al paciente en diferente posición partiendo de un seccionamiento en la cama para lograr esto.
DIFERENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. La presente cama de hospital solo coloca al paciente de una posición decúbito suprino a posición fowler, no considera colocar al paciente en posiciones decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente. Así como buscar la posición de trendelemburg invertida de dicho paciente.
IMAGENES	<p>The image contains two technical drawings of a hospital bed. The top drawing is a perspective view of the bed in a flat position, showing the frame, mattress, and various adjustment mechanisms with numerical callouts. The bottom drawing is a perspective view of the bed tilted into a Fowler position, showing the head and foot sections raised. It also includes numerical callouts and is labeled 'FIG. 6' at the bottom.</p>

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.5 Automatic patient turner (Giradora de pacientes automática)

4	Automatic patient turner (<i>Giradora de pacientes automática</i>)
TIPO	PATENTE
NO. DE REGISTRO	US7080422B2
FECHA DE PUBLICACIÓN	2006-07-25
CESIONARIO / SOLICITANTE	BEN-LEVI MICHAEL
FUENTE	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
RESUMEN	<p>El Turner Automático del Paciente es lo último en la prevención de la úlcera por presión automática, periódica y alternativamente inclinada, y luego girando lateralmente a un paciente inmóvil de un lado completo al otro de una manera similar, pero más suave y menos intrusiva que, debido al patrón, la inflación secuencial y la deflación de los inflables colocados estratégicamente.</p> <p>Cuando las rodillas dobladas son perpendiculares, estando intercaladas entre un par de inflables de rodilla, sirven como un brazo de palanca en el proceso de torneado cuando la presión es ejercida contra ellas por inflables inflados. Esto hace que las rodillas dobladas se muevan mucho más allá de su posición perpendicular en la dirección del giro. Con el desinflado de los inflables de la rodilla, las rodillas dobladas descienden lateralmente tirando del cuerpo entero del paciente completamente hacia un lado mientras una almohada de respaldo se infla, donde el paciente se acuesta sobre un colchón plano hasta que se gira al otro lado.</p>
SIMILITUDES	<ol style="list-style-type: none"> 1. La cama coloca al paciente en posición decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente, buscando que los puntos de presión entre el cuerpo y el colchón cambien de manera frecuente en el cuerpo del paciente.
DIFERENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la presente cama su principio de funcionamiento para generar las posturas decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente, es a través de inflables, los cuales están colocados estratégicamente en la cama. A comparación de la cama propuesta esta última su funcionamiento para colocar las posturas decúbito está basado en mecanismos de eslabonamiento. 2. Carece de postura de trendelenburg invertida del paciente.
IMAGEN	<p>El diagrama ilustra una cama automática con una estructura de metal (12) y una base de colchón (2). Se muestran varios inflables: un inflable de cabeza (1), dos inflables de rodilla (3 y 4), y tres inflables de pies (5, 6 y 7). Un paciente (8) está acostado lateralmente sobre la cama. Las líneas numeradas indican la posición y el movimiento de los inflables durante el giro automático del paciente.</p>

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.6 Bed patient turning, lifting and transporting apparatus with mobile, folding and knockdown frame (Cama de giro, elevación y transporte de cama para pacientes con bastidor móvil, plegable y desmontable)

5	Bed patient turning, lifting and transporting apparatus with mobile, folding and knockdown frame (Cama de giro, elevación y transporte de cama para pacientes con bastidor móvil, plegable y desmontable)
TIPO	PATENTE
NO. DE REGISTRO	US5544371A
FECHA DE PUBLICACIÓN	1996-08-13
CESIONARIO / SOLICITANTE	TAYLOR
FUENTE	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
RESUMEN	Un bastidor de soporte se coloca sobre una cama de hospital para ayudar a levantar y girar a un paciente sobre una sábana. El paciente también puede ser levantado de la cama, el marco se estrecha, y el paciente transportado a otros lugares en el hospital y luego volver a la cama sin ningún tipo de manipulación física severa.
SIMILITUDES	1. La presente cama de hospital a través de sus mecanismos de banda pueden girar a los pacientes en posición decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente.
DIFERENCIAS	2. Para generar los movimientos que permitan al paciente ser colocado en posición decúbito lateral, en la presente cama, se realiza a través de sistemas de bandas que soportan a la superficie del colchón de manera lateral, las bandas son enrolladas a partir de un bastidor que se encuentra en la parte superior del paciente. A diferencia de la propuesta de diseño que se presenta, para generar los movimientos de decúbito lateral estos son generados a partir de un sistema de eslabonamiento mecánico. 3. A si mismo este sistema carece de postura de trendelemburg invertida del paciente.
IMAGENES	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.7 Multipositional medical bed (Cama médica multiposicional)

6	<i>Multipositional medical bed (Cama médica multiposicional)</i>
TIPO	PATENTE
NO. DE REGISTRO	US4356577A
FECHA DE PUBLICACIÓN	1982-11-02
CESIONARIO / SOLICITANTE	FULLER; CARMEL U
FUENTE	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
RESUMEN	Se describe una cama médica en la que los colchones están montados en bastidores que pueden girar alrededor de un eje longitudinal e inclinarse alrededor de un eje transversal. Los colchones pueden ser desmontables y adaptados para permitir encerrar completamente al paciente para permitir una rotación de 360°.
SIMILITUDES	1. Gira al paciente (hasta un ángulo de 360°) en posición de verticalización.
DIFERENCIAS	1. Una diferencia radica en que el giro que propone la presente patente lo puede rotar hasta 360°, sin embargo en el diseño propuesto solo se considera girar al paciente a un ángulo no mayor de 45°. 2. La presente patente solo genera un giro que permite vertiacalizar al paciente, buscando con esto colocarlo en una posición bipedestal, y no gira al paciente de manera lateral que genere posiciones decúbito lateral izquierdo y derecho, respectivamente.
IMAGENES

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.8 Preventing bedsores system for bed runs on electricity (Sistema para cama eléctrica para prevenir úlceras por presión)

7	Preventing bedsores system for bed runs on electricity (Sistema para cama eléctrica para prevenir úlceras por presión)
TIPO	PATENTE
NO. DE REGISTRO	KR2013061986A
FECHA DE PUBLICACIÓN	2013-06-12
CESIONARIO / SOLICITANTE	KIM JIN IL
FUENTE	Thomson, Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI)
RESUMEN	Se proporciona un sistema de prevención de la úlcera por presión de un lecho eléctrico para prevenir la llaga por inclinación horizontal de los pacientes acostados sobre un lecho y la presión de dispersión en las áreas de contacto.
SIMILITUDES	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema está diseñado para prevenir úlceras por presión. 2. Gira al paciente de una posición supino a decúbito lateral.
DIFERENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. La superficie donde se acuesta el paciente no está secciona da longitudinalmente, es de una sola pieza. 2. Solo gira al paciente en posiciones decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente, y no carece de postura de trendelemburg invertida del paciente.
IMAGENES	<p>The image contains two technical drawings of a patient bed system. The top drawing shows the bed in a horizontal position with a patient lying on it. The bottom drawing shows the bed tilted at an angle. Various components are labeled with numbers: 10, 11, 13, 20, 21, 22, 30, 31, 32, 33, 5, 51, H, M, B, C1, S.</p>

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.9 Camas eléctricas geriátricas

8	<i>Camas eléctricas geriátricas</i>
TIPO	COMERCIAL
FECHA DE CONSULTA	2016
FUENTE	IMPI, Multi position hospital bed, disponible en: http://www.eymasa.com/producto/camas-electricas-geriatricas/
RESUMEN	Diseñadas especialmente para tercera edad, ergonómica y resistente, de cuatro secciones. Elevación eléctrica con mando, barandillas de protección. Acabados en madera y otros materiales. Ruedas carenadas y quinta rueda.
SIMILITUDES	1. La cama genera postura de trendelemburg invertida del paciente.
DIFERENCIAS	2. La cama no genera posiciones por decúbito lateral derecho e izquierdo respectivamente.
IMAGENES

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Tabla 2.10 Cama especial de hospital

9	<i>Cama especial de hospital</i>
TIPO	COMERCIAL
FECHA DE CONSULTA	2016
FUENTE	IMPI, Multi position hospital bed, disponible en: http://camasdehospitalsoft.com.mx/seleccionar-la-mejor/
RESUMEN	La cama especial de hospital que se muestra en la siguiente Figura se diferencia en sus marcos, colchones y accesorios. La cama que se presenta es eléctrica y proporciona comodidad y un ajuste más fácil y es ideal para los pacientes inmóviles o con muy poca movilidad. Una característica principal que presenta esta cama es generar en el paciente una posición decúbito lateral, lo cual ayuda a las personas que están a su cuidado a desarrollar con más facilidad actividades o tareas referentes a la higiene del paciente así como también, cambiar los puntos de presión en el cuerpo de dicho paciente al colocarlo en diferente posición.
SIMILITUDES	1. La cama genera en el paciente posiciones decúbito lateral derecho e izquierdo respectivamente
DIFERENCIAS	1. La presente cama no cuenta con sistema automatizado, la superficie que soporta el colchón no tiene divisiones o secciones longitudinales en la misma para generar las posturas mencionadas. 2. Carece de postura de trendelemburg invertida del paciente.
IMAGEN

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

2.3.2 Resumen de patentes de camas similares

A partir, del análisis realizado en el apartado anterior, correspondiente (principalmente) a analizar patentes de camas de hospital, de forma individual para cada una de ellas, describiendo, entre otros conceptos, similitudes y diferencias de diseño, en el presente apartado se presenta un resumen de forma tabular (Ver Tabla 2.11), con la finalidad de conocer características fundamentales de diseño, similares con el diseño del presente proyecto de investigación. Las características de diseño consideradas para el presente resumen, son las siguientes:

El nombre:

- Si tiene un tema similar
- Si ayuda a prevenir problemáticas similares
- Si es automatizada

Conceptos de funcionamiento:

- Si es la superficie del colchón esta seccionada
- Si utiliza motor eléctrico
- Si tiene sistema de eslabones para generar giros o movimientos

Posturas generadas

- Si genera postura decúbito lateral derecho
- Si genera postura decúbito lateral izquierdo
- Si verticaliza al paciente

Así mismo, el presente resumen también permite considerar si la propuesta de diseño a desarrollar (en el presente trabajo de tesis) cumple con características para registro de patente o modelo de utilidad ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. El resumen en mención se presenta en la siguiente Tabla 2.11.

Tabla 2.11 Comparación de patentes de camas similares

PATENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NO. DE REGISTRO	US7346945B2	US7418751B1	US729612B2	US7080422B2	US5544371A	US4356577A	KR2013061986A	COMERCIAL	COMERCIAL
FECHA DE PUBLICACIÓN	25/03/2008	02/09/2008	20/11/2007	25/07/2006	12/08/1996	02/11/1982	06/12/2013	08/07/1905	08/07/1905
NOMBRE DE LA PATENTE	BARIATRIC TREATMENT SYSTEM AND RELATED METHODS	POSITIONAL FEEDBACK SYSTEM FOR MEDICAL MATTRESS SYSTEMS	HOSPITAL BED	AUTOMATIC PATIENT TURNER	BED PATIENT TURNING, LIFTING AND TRANSPORTING APPARATUS WITH MOBILE FOLDING AND KNOCKDOWN FRAME	MULTIPOSITIONAL MEDICAL BED	PREVENTING BEDSORES SYSTEM FOR BED RUNS ON ELECTRICITY	CAMA ELÉCTRICA GERIÁTRICA	CAMA ESPECIAL DE HOSPITAL
DISEÑO DEL SISTEMA DE SOPORTE PARA AYUDAR A EVITAR ULCERAS POR PRESIÓN EN PACIENTES QUE PADECEN CONFINAMIENTO PROLONGADO EN CAMA	X								
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO									
DEL NOMBRE									
SISTEMA UNIFORME SIMILAR	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SI AYUDA A PREVENIR PROBLEMAS SIMILARES	X	X		X	X		X		X
SI ES AUTOMATIZADA	X	X						X	X
CONCEPTOS DE FUNCIONAMIENTO									
SI LA SUPERFICIE QUE SOSTIENE AL COLCHÓN ESTA SECCIONAL	X		X					X	
SI UTILIZA MOTOR ELÉCTRICO	X	X			X		X	X	X
SI TIENE SISTEMA DE ESALABONES PARA GENERAR MOV.	X	X	X			X	X	X	X
POSTURAS GENERADAS									
SI GENERA POSTURA DECUBITO LATERAL DERECHA	X	X		X	X		X		X
SI GENERA POSTURA DECUBITO LATERAL IZQUIERDA	X	X		X	X		X		X
SI VERTICALIZA AL PACIENTE	X					X		X	
NOTAS									

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

2.3.3 Resultados

Con base al resumen obtenido en la anterior Tabla 2.11, y considerando 9 características específicas de diseño, del proyecto a realizar en el presente trabajo de tesis (Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en paciente que padecen confinamiento prolongado en cama), se observa que la patente 1 (No. de registro US7346945B2) y cama 9 (Cama especial de hospital), comparten cada una, un total de 7 características de diseño, con respecto a las 9 características de diseño del proyecto de la presente investigación, esto equivale a tener un porcentaje de similitud del 77.7%, básicamente son las camas que más características de diseño tienen con respecto al proyecto a realizar.

Así mismo, existen varias patentes que comparten 6 características de diseño con respecto a las 9 características del proyecto a realizar (ver Tabla 2.1), lo cual también se puede considerar que representan un porcentaje aceptable de similitud (66.6%). Sin embargo, esto no significa que los conceptos de diseño tendrían que ser iguales.

2.3.4 Conclusión

Dado los resultados obtenidos en el presente análisis de “Patentes de camas de hospital”, se observa que la propuesta de diseño del presente trabajo de investigación, presenta similitudes (hasta en un 77.7%), con respecto a características de diseño (ver Tabla 2.11), de algunas patentes encontradas.

Sin embargo, existen diferencias importantes de posicionamiento que ofrece el diseño propuesto de esta investigación, como lo son los diferentes cambios de postura por decúbito, así como el concepto de automatización de los mismos.

Cabe mencionar, que de acuerdo con la definición del IMPI de Modelo de Utilidad que la define como, *“cualquier objeto, utensilio, aparato o herramienta, como resultado de modificación en disposición, configuración, estructura o forma y que presenten distinción en sus partes que las integran y ventajas en su utilidad”*, el producto de diseño de la presente investigación, es candidata a cumplir con esta conceptualización de registro como *Modelo de Utilidad*.

Capítulo 3

Marco metodológico

En el presente capítulo se presenta información que permite visualizar el cómo se llevara a cabo el proceso de la presente investigación.

3.1 Problema de diseño

Diseñar un sistema de soporte automatizado para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama.

3.2 Propuesta de solución al problema de diseño

Para llevar a cabo la solución al problema de diseño, se utilizará el apoyo del área de la salud, del diseño, así como de la Ingeniería, con la finalidad de integrar conocimientos y enriquecer la propuesta del presente trabajo de investigación.

3.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo General

Proyectar un sistema de soporte que permita a pacientes que presentan confinamiento prolongado en cama cambiar posturas de sí mismos, de manera automatizada y programada, considerando determinados tiempos para cada posición, con base en la convergencia del Diseño y la Ingeniería, con el fin de que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo y con ello ayudar a evitar o prevenir los problemas de salud derivados de su discapacidad de movilidad.

3.3.2 Objetivos específicos

- 3.3.2.1 Analizar el contexto general sobre el campo de la salud y el tema de discapacidad en México.
- 3.3.2.2 Analizar la bibliografía necesaria referida a los temas de Diseño de Productos, Sistemas Mecánicos y Sistemas Automatizados para camas de hospital.
- 3.3.2.3 Proyectar un sistema de soporte que permita a los pacientes tener posturas de sí mismos, considerando aspectos antropométricos para su diseño.
- 3.3.2.4 Proyectar un sistema electro - mecánico para llevar a cabo las posiciones adecuadas de manera autónoma, a partir de un modelo a escala.
- 3.3.2.5 Fabricar dos propuestas de modelo funcional a tamaño natural de la cama, con la finalidad de validar por medio de especialistas del área médica el diseño óptimo de dicha cama, que permita obtener al paciente los cambios posturales de decúbito requeridos.
- 3.3.2.6 Realizar análisis de viabilidad con el objetivo de sea técnicamente factible, económicamente justificable y, por supuesto, legal.

3.4 Hipótesis

3.4.1 Hipótesis general

Un sistema de soporte con posicionamiento controlado para pacientes con discapacidad motriz que permanecen periodos prolongados en decúbito, ayudará a evitar problemas de salud, principalmente úlceras por presión.

3.4.2 Hipótesis específicas

- 3.4.2.1 Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie del colchón dividida en dos secciones de manera longitudinal, que permita rotar cada sección de manera independiente.
- 3.4.2.2 Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón dividida en dos secciones con inclinación inicial, que permita rotar o girar el marco principal así como cada una de las secciones de manera independiente.
- 3.4.2.3 Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón seccionada en tres partes de manera longitudinal, que permita rotar cada sección de manera independiente.
- 3.4.2.4 Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón dividida en tres secciones con inclinación inicial, que permita rotar o girar el marco principal así como cada una de las secciones de manera independiente.
- 3.4.2.5 Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural que permita colocar al paciente en posición tredenlenburg invertida.

3.5 Tipo de investigación

El propósito del presente trabajo es diseñar un sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en personas que presentan confinamiento prolongado en cama, de forma automatizada y programada.

Por tal motivo, el tipo de investigación a desarrollar es de tipo cuantitativo, ya que durante el desarrollo del presente proyecto de tesis, se deberá analizar y cuantificar información que servirá para conocer, medir y determinar la mejor opción de diseño.

3.6 Método

Para proponer un nuevo concepto de diseño de sistema de soporte mecánico y automatizado para ayudar a personas que padecen confinamiento prolongado se proyecta utilizar un método experimental, que permita a través de modelos funcionales, conocer componentes, dimensiones, formas, etcétera, más adecuados, con base en las necesidades del presente proyecto de investigación.

Capítulo 4

Investigación de campo

En el presente capítulo se muestra información con respecto a cuestionario realizado a especialistas del área médica, que se relacionan con personas que presentan confinamiento prolongado en cama, dicho cuestionario se aplicó con la finalidad de identificar características y parámetros de diseño para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Cabe mencionar, que el tipo de preguntas realizadas cuestionario, son de tipo mixto, es decir, se realizaron preguntas tanto de tipo cerradas como abiertas.

4.1 Aplicación de cuestionario a especialistas del área médica

Como parte del procedimiento para la presente investigación, se llevó a cabo la aplicación de un cuestionario, principalmente, en hospitales y clínicas, tanto del sector público como privado, en el Estado de México. Dicho cuestionario se realizó entre el último trimestre de 2015 y primer trimestre de 2016.

Cabe mencionar, que algunos de los criterios que se consideraron para llevar a cabo la aplicación del cuestionario en clínicas y hospitales, se basa en que estos contaran con experiencia en tener pacientes que presenten estancias prolongadas en cama, área médica capacitada, enfermeras capacitadas, así mismo, se buscó opiniones de terapeutas físicos, con la finalidad de que compartieran sus

conocimientos y experiencia con relación a esta temática, de personas que padecen confinamiento prolongado en cama. Así mismo, a continuación se enlistan los lugares del sector salud, en donde se realizó el cuestionario en mención:

- **Hospital Municipal Juan Aldama**, Nicolás Romero, Estado de México
Tipo de hospital: Unidad de Hospitalización
Tipología de hospital: N. Hospital municipal
- **Cruz Roja Nicolás Romero**, Estado de México
Tipo de institución: Servicio de emergencia y rescate
Tipología de institución: Privada
- **Asociación Pro Personas Con Parálisis Cerebral (APAC)**, Cuauhtémoc, Ciudad de México (CDMX)
Tipo de institución: Atención a personas con Parálisis Cerebral y otras discapacidades afines en México y América Latina
Tipología de institución: Institución de asistencia privada
- **Consultorio médico UAM-AZC**, Azcapotzalco, Ciudad de México (CDMX)
Tipo de consultorio: Consultorio ambulatorio
Tipología de consultorio: Organismo gubernamental
- **Clínica de consulta externa ISSEMYN**, Nicolás Romero, Estado de México
Tipo de clínica: Urbano de 03 Núcleos Básicos
Tipología de clínica: Servicios Médicos Estatales
- **Hospital del Ángel**, Nicolás Romero, Estado de México
Tipo de hospital: Especialidades médicas
Tipología de hospital: Privado
- **Clínica Rebollar**, Nicolás Romero, Estado de México

Tipo de clínica: Ate

Tipología de clínica: Privada

A partir, de las visitas realizadas se entrevistó a una muestra de 21 especialistas del área médica (n=21), entre ellos, médicos, enfermeras y terapeutas, relacionadas con personas que presentan estancias prolongadas en cama.

En la siguiente Tabla 4.1, se especifica la información de los especialistas encuestados, con respecto a su nombre, ocupación y lugar donde labora.

Tabla 4.1 Especialistas del área médica entrevistados

Muestra (n)	Nombre del entrevistado	Ocupación/cargo	Clínica u hospital
1	Jael Gutierrez Jimenez	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
2	Ericka Martínez Piza	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
3	Gabriela	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
4	Claudia Janet Zamora Ortiz	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
5	María de Jesús Marroquín	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
6	Marisol Santín Ortega	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
7	Claudia	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
8	Corona Cruz Lilia	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
9	Roselio Dorantes Barrera	Enfermero	Hospital Municipal Juan Aldama
10	Selene Hernández	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
11	Angelica	Enfermera	Hospital Municipal Juan Aldama
12	José Luis Valdés Andrade	Enfermero	Hospital del Ángel
13	Jocelyn A.	Enfermera	Hospital del Ángel
14	Vianey Ortiz	Enfermera	Cruz Roja
15	Rosario Hernández Ramírez	Jefa de Enfermera	Cruz Roja
16	Juna Manuel Briseño Morales	Médico	Consultorio UAM-AZC
17	Manuel Gonzáles Martínez	Médico	Clínica ISSEMYN
18	Emanuela Ramírez B.	Médico	ISSEMYN
19	Eduardo Jacobo Ruíz	Médico	ISSEMYN
20	Victor Juan Rebollo	Médico	Clínica Rebollos
21	José Luis Maya Rodríguez	Terapeuta	APAC

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Para llevar a cabo dicho estudio se realizó un cuestionario (ver anexo 1), en el cual se desarrollaron un total de 14 preguntas.

4.2 Resultados y análisis de cuestionario

A continuación se muestran las preguntas realizadas en dicho cuestionario, así como los resultados y análisis obtenidos de forma tabular y gráfica, respectivamente.

4.2.1 Pregunta 1

¿Qué tipo de problemas de salud padecen las personas que presentan estancias prolongadas en cama?

PROBLEMÁTICA DE SALUD	SI	NO	A VECES
a) <i>Úlcera por presión (escaras)</i>			
b) <i>Problemas de peritonitis</i>			
c) <i>Deformaciones del cuello y de la columna vertebral</i>			
d) <i>Otro</i>			

4.2.1.1 Resultados de pregunta 1

En la siguiente Tabla 4.2, se concentran los resultados obtenidos correspondientes a la pregunta 1, considerando tres diferentes problemáticas de salud, así como, algunas de ellas propuestas por los especialistas entrevistados y sus respectivas frecuencias de opiniones.

Así mismo, se agrega el valor porcentual de cada opinión (frecuencia), con base, al total de las opiniones registradas.

Tabla 4.2 Resultados de pregunta 1

PROBLEMÁTICA DE SALUD	SI		A VECES	
	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia porcentual (%)	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia a porcentual (%)
a) Úlcera por presión (escaras)	21	51.2		
b) Problemas de peritonitis	4	9.75	1	2.44
c) Deformaciones del cuello y de la columna vertebral	6	14.63	4	9.75
d) Otros				
• Circulación de la sangre	1	2.44		
• Broncoaspiración	1	2.44		
• Neumonía de decúbito	1	2.44		
• Infecciones nosocorporales	1	2.44		
• Fractura de cadera	1	2.44		
Total	41	100		

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.1.2 Análisis de resultados de pregunta 1

Como se puede observar en la siguiente Figura 4.1 y Tabla 4.2, la principal problemática de salud que presentan las personas con confinamiento prolongado son las úlceras por presión, con una frecuencia de 21 opiniones, esta problemática representa el 51.2% del total de opiniones. Así mismo, otra problemática que se observa, en los resultados, es la deformación del cuello y de la columna vertebral, con una frecuencia de 6 opiniones, equivalente al 14.63%. Cabe mencionar, que existen más problemáticas observadas en esta primera pregunta, sin embargo, la frecuencia y por ende el porcentaje de estas son inferiores a las ya comentadas.

Figura 4.1 Resultados de pregunta 1

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.2 Pregunta 2

¿Qué posturas o cambios son las más adecuadas en los pacientes para ayudar a evitar úlceras por presión?

POSTURAS	SI	NO	A VECES
a) Decúbito Dorsal			
b) Decúbito Derecho			
c) Decúbito Izquierdo			
d) Decúbito Prono			
e) Otro			

4.2.2.1 Resultados de pregunta 2

En la siguiente Tabla 4.3, se concentran los resultados obtenidos correspondientes a la pregunta 2, en ella se cuestionan si son utilizadas diferentes posturas decúbito o si existe alguna otra utilizada para las personas que presentan confinamiento

prolongado, cabe mencionar que en dicha tabla, se especifica la frecuencia de opiniones para cada una de las posturas en mención.

Así mismo, se agrega el valor porcentual de cada opinión (frecuencia), con base en el total de las opiniones registradas.

Tabla 4.3 Resultados de pregunta 2

POSTURAS	SI		A VECES	
	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia porcentual (%)	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia porcentual (%)
b) Decúbito Derecho	20	30.3		
c) Decúbito Izquierdo	20	30.3		
a) Decúbito Dorsal	14	21.2	2	3
d) Decúbito Prono	8	12.12		
a) Otro:				
• P. semifowler ⁴	1	1.5		
• P. trendelemburg ⁵	1	1.5		
Total	66	100		

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.2.2 Análisis de resultados de pregunta 2

En los resultado obtenidos en la Tabla 4.3, se puede observar que las principales posturas requeridas, para ayudar a evitar las úlceras por presión son las posturas laterales, decúbito derecho y decúbito izquierdo, presentando una frecuencia de 20

⁴ Posición Semifowler. El paciente está sentado sobre la cama a 30°. Esta es la posición inicial del paciente más frecuente.

⁵ Posición trendelemburg. El paciente permanece tumbado en decúbito supino sobre la cama o camilla, en un plano oblicuo de 45° respecto al suelo.

opiniones (ver Figura 4.2), de un total de 66, lo cual representa un porcentaje equivalente de 30.3% para cada una de ellas. La tercer postura más requerida, es decúbito dorsal con una frecuencia de 14 opiniones, equivalente al 21.2% del total de ellas.

Así mismo, en la siguiente Figura 4.2, se pueden observar las frecuencias de las diferentes posturas analizadas, así como algunas otras posturas propuestas por los especialistas del área médica.

Figura 4.2 Resultados de pregunta 2
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.3 Pregunta 3

¿Cuánto tiempo es el adecuado para que estén en cada posición?

POSTURAS	1 hr.	2 hrs.	3 hrs.	Otro
a) Decúbito Dorsal				
b) Decúbito Derecho				
c) Decúbito Izquierdo				
d) Decúbito Prono				
e) Otra				

4.2.3.1 Resultados de pregunta 3

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la pregunta 3, que básicamente se enfoca a cuestionar el tiempo adecuado entre las diferentes posturas propuestas, los resultados que se obtienen a partir de la presente pregunta, de tipo cerrada, también se analizan desde la perspectiva porcentual, con base a la cantidad total de opiniones registradas. En la siguiente Tabla 4.4 se pueden observar los resultados obtenidos.

Tabla 4.4 Resultados de pregunta 3

POSTURAS	1 hr.		2 hrs.		3 hrs.		Otro					
							30 min a 60 min		3 hrs a 4 hrs		6 hrs	
	Frecuencia (Opiniones)	Fr. Porc. (%)	Frecuencia (Opiniones)	Fr. Porc. (%)	Frecuencia (Opiniones)	Fr. Porc. (%)	Frecuencia (Opiniones)	Fr. Porc. (%)	Frecuencia (Opiniones)	Fr. Porc. (%)	Frecuencia (Opiniones)	Fr. Porc. (%)
a) Decúbito Dorsal	2	3.7	8	14.8			2	3.7	1	1.85	1	1.85
b) Decúbito Derecho	2	3.7	9	16.6			4	7.4	1	1.85		
c) Decúbito Izquierdo	2	3.7	10	18.5			4	7.4	1	1.85		
d) Decúbito Prono	2	3.7	5	9.25								
Total	8	14.8	32	59.25			10	18.5	3	5.55	1	1.85
Σ Total frecuencia	54											
Σ Total fr. (%)	100											

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.3.2 Análisis de resultados de pregunta 3

A partir de los resultados obtenidos en la anterior Tabla 4.4, se observa que el tiempo que presenta mayor frecuencia a utilizar entre los cambios de postura a paciente con estancia prolongada en cama es de 2 horas, así mismo las principales

posturas a utilizar son decúbito dorsal, decúbito lateral derecho y decúbito lateral izquierdo, con una frecuencia de 8 opiniones (14.8 %), 9 opiniones (16.6%) y 10 opiniones (18.5%), respectivamente, esto se puede visualizar con mayor claridad en la siguiente Figura 4.3.

Figura 4.3 Resultados de pregunta 3
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.4 Pregunta 4

¿Considera importante que la cama pudiera inclinar al paciente de forma bipedestal?

4.2.4.1 Resultados de pregunta 4

La presente pregunta que se cuestiona es de tipo abierta, y la finalidad de la misma es determinar si es importante inclinar al paciente, buscando una posición trendelenburg invertida, así mismo, dentro de las respuestas obtenidas por parte de

los especialistas del área médica, se identificó que varias respuestas coincidían. Sin embargo, en la siguiente Tabla 4.5 se presentan todos los resultados obtenidos, identificando su respectiva frecuencia, así como su frecuencia porcentual.

Tabla 4.5 Resultados de pregunta 4

	Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
Sí, Porque:	1. Es importante siempre y cuando se tome en cuenta el padecimiento	3	33.33
	2. El paciente tendría mejor irrigación en el torrente sanguíneo	2	22.22
	3. Por comodidad del paciente	1	11.11
	4. Modifica posturas del cuerpo y favorecer órganos de caja torácica y digestivos	1	11.11
	4. Mejora alguna deformidad o lesión del cuerpo	1	11.11
	5. Ayudaría al paciente a utilizar los músculos inferiores	1	11.11
	Total	9	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.4.2 Análisis de resultados de pregunta 4

Con base a la pregunta planteada, se observa que las repuestas que presentan mayor frecuencias están en función de considerar el padecimiento del paciente (misma que representa una frecuencia de 3 opiniones, equivalente al 33.33% de las respuestas obtenidas). Así mismo, otra respuesta importante que obtuvo coincidencias es que el paciente tendra mejor irrigacin de sangre en el torrente sanguineo (esta respuesta representa una frecuencia de 2 opiniones, equivalente al 22.22% de las respuestas obtenidas). Cabe mencionar, que en la siguiente Figura

4.4, se observa se observa todas las respuestas obtenidas, así como sus respectivas frecuencias.

Figura 4.4 Resultados de pregunta 4

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.5 Pregunta 5

¿Entre cuántas personas cambian de posición a un paciente?

4.2.5.1 Resultados de pregunta 5

La presente pregunta de tipo abierta, está en función de conocer entre cuantas personas cambian de posición a un paciente, como resultado se obtuvo una diversidad de respuestas, para ser precisos 5 respuestas, que van desde la necesidad de ocupar desde una persona hasta tres personas. Así mismo, se

encontraron respuestas que están en función de aplicar mecánica corporal para esta actividad, estas respuestas se pueden observar en la siguiente Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Resultados de pregunta 5

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Una es suficiente con técnicas de mecánica corporal	1	5
2. Entre una y dos personas	3	15
3. Dos personas, ya que hay más seguridad para el paciente	13	65
4. Tres personas	2	10
5. Depende de su padecimiento	1	5
Total	20	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.5.2 Análisis de resultados de pregunta 5

Con base a los resultados obtenidos, la respuesta enfocada a la necesidad de requerir dos personas para cambiar de posición a un paciente, fue la más representativa, obteniendo una frecuencia de 13 opiniones equivalente al 65% del total de las opiniones obtenidas. La respuesta que obtuvo la frecuencia más cercana a esta, se fundamenta en la utilización de entre 1 y 2 personas para cambiar de posición a un paciente, esta respuesta representa una frecuencia del 15% del total de respuestas obtenidas.

En la siguiente Figura 4.5, se observa la frecuencia de todas las respuestas obtenidas, correspondiente a esta interrogante.

Figura 4.5 Resultados de pregunta 5
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.6 Pregunta 6

¿Cómo lo mueven?

4.2.6.1 Respuestas de pregunta 6

En la siguiente Tabla 4.7, se presentan las respuestas equivalentes al cuestionamiento enfocado a determinar el cómo mueven al paciente que presenta confinamiento prolongado en cama. En los resultados obtenidos se observa que la mayoría de las respuestas se enfocan a aplicar alguna técnica para este fin.

Así mismo, en la tabla de resultados en mención, se especifican las diversas respuestas obtenidas, así como la frecuencia de cada una de ellas y su respectiva frecuencia porcentual.

Tabla 4.7 Resultados de pregunta 6

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Con ayuda de sabanas clínicas	7	30.5
2. Con técnicas de mecánica corporal	6	26
3. En movimiento, en bloque	4	17.4
4. Una persona jala mientras la otra apoya la parte de atrás del paciente	1	4.35
5. Con una sábana se improvisa para jalar al mismo tiempo y cuidar al enfermo	1	4.35
6. Entre dos personas, una mueve miembros superiores para articulación y la otra	1	4.35
7. Persona miembros inferiores y en bloque se colocan de cada lado para estar	1	4.35
8. Cuidando que no gire de más	1	4.35
9. Dependiendo de su padecimiento	1	4.35
Total	23	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.6.2 Análisis de resultados de pregunta 6

Con base a los resultados obtenidos, se puede observar que la respuesta al cómo mueven a las personas que presentan confinamiento prolongado en cama, que presenta mayor frecuencia de opinión, esta en función de la utilización de sabanas clínicas, esta respuesta tiene una frecuencia de 7 opiniones, mismas que representan el 30% con respecto al total de opiniones registradas.

Así mismo, la respuesta, que también es significativa a la pregunta de este punto, es la utilización de técnicas de mecánica corporal, esta respuesta representa el 26% con respecto al total de opiniones. En la siguiente Figura 4.6, se observa el comportamiento referente a las respuestas y sus respectivas frecuencias obtenidas en el cuestionario de la presente pregunta.

Figura 4.6 Resultados de pregunta 6
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.7 Pregunta 7

Cuándo un paciente tiene estancias prolongadas en cama, ¿Cómo se le dan los alimentos?

4.2.7.1 Resultados de pregunta 7

En la siguiente Tabla 4.8, se presentan 6 diferentes respuestas que se obtuvieron con base al cuestionamiento de saber el cómo se le dan los alimentos a una persona que presenta confinamiento prolongado en cama. Así mismo, se especifican las frecuencias de cada respuesta obtenida, así como sus frecuencias porcentuales, respectivamente.

Tabla 4.8 Resultados de pregunta 7

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Con sistema digestivo funcional, únicamente se coloca en posición semifowler	5	29.42
2. Alimentación asistida o parental (sonda gástrica)	5	29.42
3. En posición fowler	3	17.64
4. Depende de la situación diagnóstico del paciente	2	11.76
5. Posición semifowler o acostado	1	5.88
6. Por vía intravenosa	1	5.88
Total	17	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.7.2 Análisis de resultados de pregunta 7

Con base a los resultados obtenidos, de la presente pregunta, se obtuvo un total de 6 respuestas diferentes, de las cuales dos respuestas representan la misma frecuencia de opiniones, es decir, los alimentos a personas que presenta confinamiento prolongado en cama se dan con un paciente con sistema digestivo funcional, únicamente se coloca en posición semifowler, así como, alimentación asistida o parental (Sonda gástrica). Estas respuestas, como se ha mencionado, representan una frecuencia de 5 opiniones, para cada una, esto equivale a un porcentaje del 29.42% para cada respuesta.

Cabe mencionar, que a pesar de que se han registrado, con base a los resultados obtenidos, seis respuestas, en el párrafo anterior se ha especificado las respuestas con mayor porcentaje de coincidencia. Así mismo, en la siguiente Figura 4.7, se representa de manera gráfica las respuestas y sus respectivas frecuencias de opiniones.

Figura 4.7 Resultados de pregunta 7
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.8 Pregunta 8

Cuándo un paciente tiene estancias prolongadas en cama, ¿Cómo se realizan los cuidados higiénicos?

4.2.8.1 Resultados de pregunta 8

Como resultados de la presente pregunta, se obtuvieron un total de 6 respuestas para resolver la problemática de cómo realizar cuidados higiénicos a personas que presentan confinamiento prolongado en cama. Dichas respuestas se pueden observar en la siguiente Tabla 4.9.

Así mismo, en ellas se observan tanto las respuestas como sus respectivas frecuencias, con respecto a las opiniones proporcionadas por la parte médica.

Tabla 4.9 Resultados de pregunta 8

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Por medio de baños de esponja y pañales	17	70.82
2. Sonda vesical crema corporal o aceites para la piel	3	12.5
3. Baño de esponja el cual se realiza entre dos personas	1	4.17
4. Baños de esponja y posición decúbito izquierdo y derecho	1	4.17
5. Posición suprina (boca arriba)	1	4.17
6. Higiene postural	1	4.17
Total	24	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.8.2 Análisis de resultados de pregunta 8

Con base en los resultados obtenidos, se puede identificar que la respuesta con mayor frecuencia proporcionada por especialistas del área médica, para la solución de la presente pregunta, está en función de realizar baños de esponja y la utilización de pañales, esta respuesta representa una frecuencia de 17 opiniones de un total de 24, lo cual represente el 70.82%.

Cabe mencionar, que esta respuesta comentada en el párrafo anterior, es la más representativa de todas las respuestas obtenidas. En la siguiente Figura 4.8, se puede observar, por medio de un sistema gráfico, la totalidad de respuestas obtenidas, así como sus respectivas frecuencias.

Figura 4.8 Resultados de pregunta 8
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.9 Pregunta 9

Cuándo un paciente tiene estancias prolongadas en cama, ¿Cómo se le cambia a otro aparato o mueble?

4.2.9.1 Resultados de pregunta 9

En la siguiente Tabla 4.10, se presentan las respuestas correspondientes a saber el cómo se le cambia a otro aparato o mueble, a pacientes que presentan estancias prolongadas en cama. Como resultado, se obtuvo un total de 8 respuestas, las cuales cada una de ellas presentan una determinada frecuencia de opiniones proporcionadas por especialistas del área médica.

Tabla 4.10 Resultados de pregunta 9

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Con técnicas de sábanas	5	21.74
2. Con camilla de traslado	5	21.74
3. Con ayuda de dos o más personas	4	17.4
4. Por medio de técnicas de mecánica corporal	4	17.4
5. Dependiendo de la persona que este a su cargo	2	8.7
6. Con una sábana de traslado que va de la cintura del puente	1	4.34
7. Dependiendo de su movilidad	1	4.34
8. Con grúa	1	4.34
Total	23	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.9.2 Análisis de resultados de pregunta 9

Con base a las respuestas obtenidas, se puede observar que las principales formas de resolver la problemática de cambiar de un aparato o mueble a otro, a un paciente que presenta estancias prolongadas en cama, está en función de utilizar técnicas de sábanas, así como, usar camillas de traslado. Estas dos respuestas comentadas, representan (cada una) el 21.74% del total de las frecuencias correspondientes a las respuestas obtenidas.

Así mismo, en la siguiente Figura 4.9, se presenta la frecuencia de todas las respuestas correspondientes a la presente pregunta.

Figura 4.9 Resultados de pregunta 9
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.10 Pregunta 10

¿Qué problemas de salud desarrollan las personas que tienen a su cuidado enfermos con estancias prolongadas en cama?

1.2.10.1 Resultados de pregunta 10

Como resultado de la presente pregunta, se obtuvieron 7 principales problemáticas que padecen las personas que tienen a su cuidado enfermos que padecen confinamiento prolongado en cama, estas problemáticas se pueden observar a detalle en la siguiente Tabla 4.11.

Tabla 4.11 Resultados de pregunta 10

Problemática	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Lumbalgias	6	31.7
2. Cansancio crónico, físico y mental	4	21
3. Estrés	3	15.7
4. Depresión, ansiedad y gastritis	3	15.7
5. Contracturas en espalda	1	5.3
6. Hernias	1	5.3
7. Problemas articulares, musculares	1	5.3
Total	19	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

1.2.10.2 Análisis de resultados de pregunta 10

Como se puede observar en la tabla de resultados anterior (Tabla 4.11), la principal problemática de salud que presentan las personas que están al cuidado de enfermos postrados en cama, son lumbalgias, esta problemática representa una frecuencia de 6 opiniones de un total de 19 de ellas, lo cual corresponde al 31.7%.

Cabe mencionar, que otra problemática que también se presenta es el cansancio crónico, físico y mental, esto con una frecuencia de 4 opiniones, equivalente al 21%. Como parte de los resultados obtenidos, se observan más problemáticas con relaciona a la presente pregunta analizada, sin embargo, las problemáticas que se han analizado son las más representativas en este análisis. En la siguiente Figura 4.10, se puede observar todas las problemáticas así como sus respectivas frecuencias de opiniones.

Figura 4.10 Resultados de pregunta 10
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.11 Pregunta 11

¿Qué tipo de materiales o accesorios son los más adecuados para utilizarse con las personas que presentan estancias prolongadas en cama?

4.2.11.1 Resultados de pregunta 11

Como resultados obtenidos de la presente pregunta 11, se obtuvieron un total de 8 respuestas, mismas que también se registraron sus respectivas frecuencias de opiniones, esto se puede observar para su respectivo análisis en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12 Resultados de pregunta 11

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Colchón de agua	9	27.3
2. Colchón de aire	8	24.2
3. Almohadas de aire	4	12.1
4. Donas	3	9.1
5. Almohadas de semillas	3	9.1
6. Ropa de algodón	3	9.1
7. Salea de borrego	2	6.06
8. Donas de gel	1	3.03
Total	33	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.11.2 Análisis de resultados de pregunta 11

Con base a los resultados obtenidos, se observa que de las 8 respuestas obtenidas, 2 de ellas tienen una representación más significativa con respecto a las demás. La respuesta con mayor frecuencia de opiniones corresponde a la respuesta de colchón de agua, con una frecuencia de 9 opiniones, así mismo la respuesta de colchón de aire tiene una frecuencia de 8 opiniones, estas frecuencias corresponden al equivalente al 27% y 24.2% respectivamente.

Cabe mencionar, que los resultados obtenidos así como sus respectivas frecuencias, se pueden observar de manera clara en la siguiente Figura 4.11.

Figura 4.11 Resultados de pregunta 11

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.12 Pregunta 12

¿Cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que el paciente esté más cómodo?

4.2.12.1 Resultados de pregunta 12

Como resultado de la presente pregunta, se obtuvo un total de 17 respuestas, como se puede observar en la siguiente Tabla 4.13, algunas de las respuestas presentan mayor frecuencia de opiniones que otras, por parte del área médica.

En la tabla en mención, se observa también la frecuencia porcentual de las respuestas obtenidas para su respectivo análisis.

Tabla 4.13 Resultados de pregunta 12

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. De fácil manejo	3	12.5
2. Que siente al paciente, lo levante y lo coloque en posiciones para bañarlos	2	8.33
3. Colchón Impermeable y sistema eléctrico y mecánico, por si no hay energía eléctrica	2	8.33
4. Con colchón de agua	2	8.33
5. Con diseño antropométrico	2	8.33
6. Cómodas	2	8.33
7. Que tuviera todas las funciones de una mesa quirúrgica eléctrica, con todas las posiciones de la misma	1	4.16
8. Amplias, con barandales de fácil manejo y ligeros	1	4.16
9. Que le ayudara con la circulación, tal vez con masajes	1	4.16
10. Que se mueva a control remoto en todas las posiciones	1	4.16
11. Integrar tripies	1	4.16
12. Que facilite la movilización del paciente para realizar posiciones por decúbito	1	4.16
13. Hidráulicas	1	4.16
14. Ergonómicas	1	4.16
15. Ligeras	1	4.16
Total	24	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.12.2 Análisis de resultados de pregunta 12

Con respecto a la presente pregunta de saber cómo gustaría que estuviera la cama diseñada para que el paciente este más cómodo, los resultados obtenidos muestran una gran diversidad de respuestas, sin embargo, la respuesta que mayor frecuencia tiene es la número 3, cuya respuesta es de fácil manejo, con una frecuencia de 3 opiniones de un total de 24, equivalente al 12.5%. Sin embargo, también se puede observar que dentro de estas respuestas, existen 5 de ellas (respuestas: 3, 4, 11, 13 y 14, respectivamente), que representan de forma individual, una frecuencia de 2 opiniones (8.33%).

En la siguiente Figura 4.12, se observa de manera gráfica todas las respuestas obtenidas, correspondientes a la presente pregunta, así como, sus respectivas frecuencias de opiniones.

Figura 4.12 Resultados de pregunta 12
Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.13 Pregunta 13

¿Cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que fuera más cómodo para usted realizar las funciones de cuidado del paciente?

4.2.13.1 Resultados de pregunta 13

Como resultado de la presente pregunta, se obtuvo un total de 13 respuestas, misma que se enfocan a determinar el diseño para que fuera más cómodo, por parte

de las personas que están al cuidado de los pacientes postrados en cama, para realizar las funciones de cuidado del paciente, ver Tabla 4.14.

Tabla 4.14 Resultados de pregunta 13

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Ligeras	5	17.85
2. Diseño antropométrico y ergonómico	4	14.28
3. Que fuera eléctrica	3	10.71
4. Resistentes a la humedad	3	10.71
5. Que facilitara las técnicas de mecánica corporal	2	7.15
6. Amplias, fácil de cambiar de posición al paciente, espacio donde se pueda acomodar un cómodo movable abajo del colchón	2	7.15
7. Automatizadas	2	7.15
8. Con barandales flexibles y ligeros	2	7.15
9. Con botones, correas para sujetar al paciente, orificio en el sistema para que hagan del baño	1	3.57
10. Fácil de mover	1	3.57
11. Con colchones de agua	1	3.57
12. Hidráulicas	1	3.57
13. Con ruedas	1	3.57
Total	28	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.13.2 Análisis de resultados de pregunta 13

Las respuestas con mayor frecuencia de ocurrencia, para la presente pregunta, se enfoca a determinar el concepto de una cama ligera, con una frecuencias de 5 opiniones, de un total de 28 opiniones, con respecto a las respuestas obtenidas, esta respuesta, representa la mayor frecuencia porcentual, con el 17.85% del total de las respuestas. Cabe mencionar, que existen respuestas también interesantes, como la necesidad de una cama con un diseño antropométrico y ergonómico, esta respuesta tiene una frecuencia de 4 opiniones, lo que representa el 14.28%.

Es importante mencionar, que las respuestas comentadas representan las mayores frecuencias registradas, con base a la información obtenida. Así mismo, en la siguiente Figura 4.13, se muestra la totalidad de respuestas obtenidas con sus respectivos valores de frecuencia.

Figura 4.13 Resultados de pregunta 13

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.14 Pregunta 14

¿Usted como paciente cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que estuviera más cómodo?

4.2.14.1 Resultados de pregunta 14

En la siguiente Tabla 4.15, se presentan las respuestas obtenidas, referentes a la presente pregunta 14. Como parte de los resultados se obtuvo un total de 9 diferentes respuestas. Así mismo, en la tabla en mención se exponen las frecuencias correspondientes a cada respuesta para su respectivo análisis.

Tabla 4.15 Resultados de pregunta 14

Respuestas	Frecuencia (Opiniones)	Frecuencia Porcentual (%)
1. Con colchones más suaves y fácil de moldear el cuerpo	5	26.3
2. Qué fueran cómodas	5	26.3
3. Colchón rígido y camas con sistema hidráulico	2	10.52
4. Fabricadas con materiales hipoalergénicos.	2	10.52
5. Con materiales más delgados y resistentes a la humedad	1	5.27
6. Pintada de colores alegres	1	5.27
7. Eléctrica y ligera	1	5.27
8. Amplia	1	5.27
9. Con varios movimientos	1	5.27
Total	19	100

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.2.14.2 Análisis de resultados de pregunta 14

Dado los resultados obtenidos, las respuestas que presentan mayor frecuencia, con base a la pregunta realizada, representan el 26% (cada una de ellas), con

frecuencias de 5 coincidencias de un total de 19, estas respuestas representativas son:

- Con colchones más suaves y fácil de moldear el cuerpo
- Qué fueran cómodas

En la siguiente Figura 4.14, se observa el gráfico de la totalidad de las respuestas obtenidas con sus respectivas frecuencias.

Figura 4.14 Resultados de pregunta 14

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

4.3 Resumen de resultados de cuestionario

Con base en los resultados obtenidos, en la siguiente Tabla 4.16, se presenta un resumen en forma tabular, de los resultados que se han obtenido del cuestionario aplicado a especialistas del área médica.

Así mismo, se especifican las respuestas con mayor frecuencia obtenidas, con la finalidad de determinar criterios y/o parámetros de diseño de la presente investigación.

Tabla 4.16 Comparativa de preguntas de diseño y de funciones (mecanismos) de la Cama Automatizada

<i>Pregunta de encuesta</i>	<i>Pregunta de diseño de la cama</i>	<i>Pregunta de función de la cama (Mecanismos)</i>	<i>Respuestas con mayor frecuencia</i>
1. ¿Qué tipo de problemas de salud padecen las personas que presentan estancias prolongadas en cama?	X		Úlcera por presión (escaras). Deformaciones del cuello y de la columna vertebral. Problemas de peritonitis.
2. ¿Qué posturas o cambios son las más adecuadas en los pacientes para ayudar a evitar úlceras por presión?	X	X	Decúbito Derecho. Decúbito Izquierdo. Decúbito Dorsal.
3. ¿Cuánto tiempo es el adecuado para que estén en cada posición?		X	2 horas 1 hora
4. ¿Considera importante que la cama pudiera inclinar al paciente de forma bipedestal?		X	Es importante siempre y cuando se tome en cuenta el padecimiento. El paciente tendría mejor irrigación en el torrente sanguíneo.
5. ¿Entre cuantas personas cambian de posición a un paciente?	X		Dos personas, ya que hay más seguridad para el paciente. Entre una y dos personas.
6. ¿Cómo lo mueven?	X		Con ayuda de sabanas clínicas.

			Con técnicas de mecánica corporal.
7. Cuando un paciente tiene estancias prolongadas en cama ¿cómo se le dan los alimentos?	X	X	Con sistema digestivo funcional, únicamente se coloca en posición semifowler. Alimentación asistida o parental (sonda gástrica). En posición fowler.
8. Cuando un paciente tiene estancias prolongadas en cama, ¿cómo se realizan los cuidados higiénicos?	X		Por medio de baños de esponja y pañales. Sonda vesical crema corporal o aceites para la piel.
9. Cuando un paciente tiene estancias prolongadas en cama, ¿cómo se le cambia a otro aparato o mueble?	X		Con técnicas de sábanas. Con camilla de traslado. Por medio de técnicas de mecánica corporal.
10. ¿Qué problemas de salud desarrollan las personas que tienen a su cuidado enfermos con estancias prolongadas en cama?	X		Lumbagias. Cansancio crónico, físico y mental. Depresión, ansiedad y gastritis.
11. ¿Qué tipo de materiales o accesorios son los más adecuados para utilizarse con las personas que presentan estancias prolongadas en cama?	X		Colchón de agua. Colchón de aire. Almohadas de aire. Almohadas de semillas.
12. ¿Cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que el paciente esté más cómodo?	X	X	De fácil manejo. Colchón impermeable y sist. eléc. y mecánico, por si no hay energía eléctrica. Que siente al paciente, lo levante y lo coloque en posiciones para bañarlos. Con diseño antropométrico.
13. ¿Cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que fuera más cómodo para usted realizar las funciones de cuidado del paciente?	X	X	Ligeras, amplias. Diseño antropométrico y ergonómico. Que fuera eléctrica. Resistentes a la humedad.

			Que facilitará la técnica de mecánica corporal.
14. <i>¿Usted como paciente cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que estuviera más cómodo?</i>	X	X	<p>Con colchones más suaves y fácil de moldear el cuerpo.</p> <p>Qué fueran cómodas.</p> <p>Colchón rígido y camas con sistema hidráulico.</p> <p>Fabricadas con materiales hipoalergénicos.</p>

Fuente: Torres Valle, J. B. (2016).

Con la finalidad de fortalecer el análisis del presente estudio, para determinar los requerimientos de diseño en el siguiente capítulo 5, se presenta un análisis desde la perspectiva de “Funciones del objeto”.

Capítulo 5

Requerimientos de Diseño

El proceso de diseño del Sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama está basado en el Modelo General de Proceso del Diseño de la UAM-AZC.

A partir de lo anterior, se obtuvieron los requerimientos de diseño que se mencionaran en el presente capítulo.

5.1 Elaboración de los requerimientos de la propuesta

De acuerdo a la información adquirida en los capítulos previos, y al análisis del cuadro anterior donde se agrupan las opiniones de médicos, terapistas y pacientes, se formularon los requerimientos que debería cubrir la propuesta del diseño para cumplir satisfactoriamente con sus objetivos y las necesidades de los usuarios.

Para seguir un orden en la formulación de los requerimientos y asegurarse de que se incluyan todos aquellos que son necesarios en el presente proyecto, se ha considerado desarrollar la presente sección con base al concepto de “Función del objeto”. Para Aguirre Tamez (2004):

“Función del objeto. Las funciones operativas del objeto se derivan del principio de operación que se elija. Este determina los elementos constitutivos esenciales y el modo en que éstos interactúan para llevar a cabo la acción eficiente, ocupando un

lugar primordial en la determinación de las funciones prácticas, expresivas y económicas” (p. 85).

La Función Operativa de un objeto se hace presente cuando un diseño debe servir un determinado propósito y este propósito es la acción u operación propia de dicho objeto, es la esencia principal para lo cual es diseñado. En la siguiente Figura 5.1, se observa la relación de las funciones operativas de un objeto.

Figura 5.1 Funciones del Objeto
Fuente: Aguirre Tamez (2004).

La **Función Operativa** es aquella para la cual se diseña o produce el objeto. Para los fines del presente trabajo de investigación, se hace referencia para que el paciente tenga las posiciones correctas y adecuadas para ayudar a evitar úlceras por presión. A continuación se definen las diferentes funciones del objeto, con base en las características del presente trabajo de investigación:

- **Las Funciones Prácticas**, son aquellas que se derivan de la interrelación y puesta en práctica con el uso del objeto y se originan en las relaciones del objeto con el operario (terapeuta, médico, etc.), para que también el producto les facilite sus tareas, por ejemplo, aspectos ergonómicos.

Cabe mencionar, que es importante la relación con otros objetos que se utilicen durante el funcionamiento del mismo, (por ejemplo, mesas para comer, sillas de ruedas, etc.) o durante su traslado (facilidad de estiba, transporte, etc.).

Así mismo, como parte de las **Funciones Prácticas**, se encuentran las vinculadas con el medio ambiente (condiciones de humedad, de espacio, iluminación, etcétera).

- **Las Funciones Expresivas**, son aquellas que se relacionan con los elementos básicos de la comunicación visual que determinan la figura y proporción del objeto, por ejemplo, formas, materiales, colores, texturas y otras cualidades físicas, que ayuden al paciente a sentirse en un ambiente cómodo y agradable. Como parte de estas funciones, también se especifican las **indicativas**, o sea, que el producto muestre claramente, ya sea por su forma o por los controles o indicadores utilizados, como se debe de accionar; girar la base del colchón, inclinar al paciente, subir o bajar altura, quitar barandal, etcétera.
- **Las Funciones Económicas**, son aquellas que se consideran en el diseño del producto para el aprovechamiento de los recursos. Tiene que ver con los materiales seleccionados y sus procesos de transformación, lo que además de tener efectos ambientales repercute en su costo y consecuentemente en su rentabilidad.

Sin embargo, para la presente investigación, también se consideraron aparte de las funciones anteriores, las funciones mecánicas para el sistema (ver Tabla 5.6). Cabe mencionar, que la función mecánica considerada, se enfoca a la selección de aceros estructurales o polímeros estructurales que brinden la resistencia a los esfuerzos o cargas a la cual va a estar sometida.

A continuación, en las siguientes tablas, de la presente sección 5.1, se presenta el análisis realizado a partir de las encuestas aplicadas (ver Capítulo 4). En dichas

tablas se analiza la información correspondiente con base a las funciones del objeto (funciones operativas, funciones prácticas, funciones expresivas, funciones económicas y funciones mecánicas, principalmente), con la finalidad de determinar variables a controlar y requerimientos de diseño de la presente investigación.

Tabla 5.1 Funciones Operativas

FUNCIONES OPERATIVAS	PARÁMETRO DESEABLE	SOLUCIÓN	CUANTIFICACIÓN
RELACIONADAS AL USUARIO	<p><i>a) El paciente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • No se llague. • Relaje los músculos del abdomen. • Le realicen cuidados higiénicos adecuados. • No sufra deformaciones del cuello y de la columna vertebral. • Modifique posturas del cuello y favorezca órganos de caja torácica y digestivos. • Tenga buena circulación de la sangre. • Utilice los músculos inferiores. 	<p><i>Cambios de postura por:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Decúbito supino. • Decúbito lateral derecho. • Decúbito lateral izquierdo. • Verticalización del paciente 	<p>Girar la paciente 25° para posturas por decúbito lateral izquierdo y derecho.</p> <p>Verticalizar al paciente a un ángulo de 45°</p>
	<i>b) Cambiar de posición por decúbito y verticalización frecuentemente al paciente.</i>	Girar al paciente en determinados intervalos de tiempo para posiciones por decúbito y verticalización.	Cada 2 horas cambiar al paciente de posición o postura por decúbito o verticalización.
	<i>c) Colocar al paciente en una posición cómoda para darle los alimentos.</i>	Colocarlo en posición semi fowler y fowler (sentado).	Inclinar el tronco superior del paciente 35° y hasta 90°.
	<i>d) Que el paciente este cómodo y con suficiente espacio en la cama.</i>	Considerar colchones con dimensiones adecuadas. Que sean suaves y fácil de moldear el cuerpo.	Dimensiones del colchón 1.00m x 1.90m.
	<i>e) Que los materiales que estén en contacto con el paciente no le causen sudoración, humedad y alergias.</i>	Utilizar colchones o colchonetas de agua y aire así como materiales hipoalergénicos.	
	<i>f) Que el usuario este seguro al verticalizarlo.</i>	Utilizar arneses o sistemas de sujeción.	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017)

Tabla 5.2 Funciones Prácticas, relacionadas al operario

FUNCIONES PRÁCTICAS	PARÁMETRO DESEABLE	SOLUCIÓN	CUANTIFICACIÓN
RELACIONADAS AL OPERARIO	<i>a) Que el operario no desarrolle lumbalgias y hernias.</i>	La cama pueda ayudar a girar al paciente buscando posturas por decúbito lateral derecho e izquierdo, generando con esto menor esfuerzo por parte del operario.	Girar la paciente 25° para posturas por decúbito lateral izquierdo y derecho.
	<i>b) Que la cama sea fácil de mover.</i>	Utilizar ruedas en la cama.	4 ruedas.
	<i>c) Que el operario no batalle para colocar o quitar los barandales de la cama.</i>	Considerar barandales flexibles y ligeros.	Dos barandales para los costados.
	<i>d) Que el operario pueda cambiar de posturas a la cama por medio de botoneras.</i>	La cama sea automatizada.	Cambiar ángulos desde 0° hasta 30° en posiciones decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente.
	<i>e) Que el operario pueda cambiar de posturas a la cama de forma manual, considerando que no hay energía eléctrica.</i>	Utilizar manivelas o palancas.	Cambiar ángulos desde 0° hasta 30° en posiciones decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente.
	<i>f) Que el operario tenga una postura cómoda para asistir al paciente.</i>	Estudio ergonómico indica que le llegue a la altura del codo	75 cm a la superficie del colchón

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Tabla 5.3 Funciones Prácticas, relacionadas con otros objetos

FUNCIONES PRÁCTICAS	PARÁMETRO DESEABLE	SOLUCIÓN	CUANTIFICACIÓN
RELACIONADAS CON OTROS OBJETOS	<p>a) <i>Que se pueda trasladar fácilmente de una camilla o silla de ruedas a la cama silla.</i></p> <p>b) <i>Permitir debajo de la cama el acceso de la base de la grúa, para trasladar al paciente a otro objeto o mueble.</i></p> <p>c) <i>Fácil acceso por debajo de la cama de mesa sanatorial para comer.</i></p>	<p>Que el diseño no interfiera con el uso de otros aditamentos.</p> <p>La altura y longitud de la cama sean suficientes para permitir el libre acceso y desempeño de dicha grúa.</p> <p>Considerar las características dimensionales de la mesa sanatorial para comer en la cama.</p>	<p>Que los elementos que pudieran interferir puedan ser removidos o plegables.</p> <p>Altura de la cama: 75 cm Long. de la cama: 2.00 m. Ancho de cama: Ancho de grúa: de 54 cm hasta 66 cm.</p> <p>Altura de base de mesa sanatorial: 10 cm.</p>
RELACIONADAS CON EL CONTEXTO	<p>a) <i>Los materiales de la superficie del colchón que están en contacto directo con el paciente no generen humedad ni alergias.</i></p> <p>b) <i>Utilizar materiales resistentes a la humedad</i></p> <p>c) <i>La cama no tenga materiales o sustancias dañinas al medio ambiente.</i></p>	<p>Considerar materiales que permitan el flujo del aire del ambiente entre colchón y el paciente así como</p> <p>Considerar materiales resistentes a la corrosión</p> <p>No utilizar materiales que desprendan plomo o sustancias tóxicas al medio ambiente</p>	<p>Materiales hipoalergénicos como lo son el algodón o la</p> <p>Como aluminio, polímeros, polímeros estructurales, aceros inoxidable o en su caso acabados superficiales con son pinturas.</p>

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Tabla 5.4 Funciones expresivas

FUNCIONES EXPRESIVAS	PARÁMETRO DESEABLE	SOLUCIÓN	CUANTIFICACIÓN
INDICATIVAS	<i>a) Que el usuario pueda accionar fácilmente los movimientos por sí sólo</i>	Que los controles sean ergonómicos, fáciles de tomar y fáciles de interpretar	
	<i>a) Que los operarios puedan medir correctamente y fácilmente las inclinaciones del paciente</i>	Que los controles sean fáciles de utilizar e interpretar	Que los indicadores sean precisos Que midan correctamente los ángulos de inclinación deseables
SIMBÓLICAS	<i>a) .Que el diseño sea agradable a la vista y al tacto.</i>	El sistema cuente con colores alegres y texturas agradables al tacto	Colores que tranquilicen al paciente y que no sean agresivos
	<i>b) Que el diseño del sistema no genere sentido de incomodidad para el usuario y operario y no produzca algún daño físico.</i>	Considerar formas y materiales amigables en el diseño de la cama	Formas orgánicas, evitar esquinas o aristas filosas o puntiagudas
ESTÉTICAS	<i>a) Que la cama sea agradable a los sentidos de la vista y tacto.</i>	Considerar formas y las proporciones en el diseño de la cama	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Tabla 5.5 Funciones económicas

FUNCIONES ECONÓMICAS	PARÁMETRO DESEABLE	SOLUCIÓN	CUANTIFICACIÓN
A) MATERIALES Y ACABADOS	<i>a) Utilizar materiales fáciles de limpiar y resistentes a los esfuerzos mecánicos, y con precios competitivos con lo que se ofrece en el mercado.</i>	Considerar materiales metálicos y plásticos fáciles de encontrar en el mercado cuyos precios sean competitivos.	Pueden ser aluminio, lámina o algún tipo de plástico, como el polipropileno, resistente y fácil de moldear. Su selección final dependerá del diseño propuesto.
B) PROCESOS DE PRODUCCIÓN	<i>a) Que los procesos de producción sean los adecuados al número de camas a producir y al número de piezas.</i>	Usar preferentemente procesos sencillos como maquinados, cortes y ensambles. Procurar no utilizar moldes y en su caso que sean fáciles de producir.	Materiales que sean fáciles de cortar, maquinar y ensamblar, o procesos que no requieran moldes costosos, Rotomoldeo, termoformado.
C) ECOLÓGICAS	<i>a) Considerar que los materiales utilizados en la cama sean sustentables.</i> <i>b) Que la cama no produzca ruidos molestos para otras personas al momento de cambiar de posición</i>	<p>Que los materiales utilizados en la cama no dañen al medio ambiente. Una vez que cumplan su función se puedan reciclar o reutilizar</p> <p>En caso de utilizar motor, seleccionarlo silencioso. Que los mecanismos de movimiento tampoco produzcan ruidos</p>	Como es el caso del aluminio, los aceros, madera y algunos polímeros.

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Tabla 5.6 Funciones mecánicas

FUNCIONES MECÁNICAS	PARÁMETRO DESEABLE	SOLUCIÓN	CUANTIFICACIÓN
A) RESISTENCIA DE MATERIALES	<i>a) Que la cama soporte el peso y fatiga a la que va a estar expuesta por el usuario o paciente</i>	Considerar aceros estructurales o polímeros estructurales que brinden la resistencia a los esfuerzos o cargas a la cual va a estar sometida.	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

5.2 Resultados: Variables a controlar

Como resultado de las encuestas realizadas así como el análisis mostrado considerando las funciones del objeto, en la siguiente Tabla 5.7 se muestran las variables a controlar para el diseño de la cama.

Tabla 5.7 Variables a controlar en el diseño de la cama automatizada

Variable a controlar	Observaciones	Diseño de la Cama	Función de la cama
Diferentes posturas en los pacientes.	Decúbito Lateral Derecho. Decúbito Lateral Izquierdo. Decúbito Dorsal. Trendelemburg invertido. Posición fowler y semifowler.		X
Tiempo adecuado para cada posición por decúbito	2 horas		X
Materiales utilizados en el diseño de la cama	Hipoalergénicos. Ligeros. Resistentes a la humedad. Colchón y almohadas de aire.	X	
Antropometría y Ergonomía	Que facilitara las técnicas de mecánica corporal para trasladar o mover al paciente. Amplias y cómodas para el paciente.	X	
Modo de funcionamiento	Manual: Mecánico e hidráulico. Automatizado: Programable.		X

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

5.3 Requerimientos de diseño

Con base a los estudios llevados a cabo en el capítulo anterior, en el cual se realizó un estudio en hospitales y clínicas en el Estado de México *y el análisis de las funciones del objeto, en el presente capítulo, en la siguiente Tabla 5.8 se muestran los requerimientos de diseño:*

Tabla 5.8 Requerimientos de diseño

Requerimientos de diseño	Observaciones	Diseño de la Cama	Función de la cama
Diferentes posturas en los pacientes.	Decúbito Lateral Derecho. Decúbito Lateral Izquierdo. Decúbito Dorsal. Trendelemburg inv. del paciente Posición fowler y semifowler.		X
Tiempo adecuado para cada posición por decúbito	2 horas		X
Materiales utilizados en el diseño de la cama	Hipoalergénicos. Ligeros. Resistentes a la humedad. Colchón y almohadas de aire.	X	
Antropometría y Ergonomía	Que facilitara las técnicas de mecánica corporal para trasladar o mover al paciente. Amplias y cómodas para el paciente.	X	
Modo de funcionamiento	Manual: Mecánico e hidráulico. Automatizado: Programable.		X

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Capítulo 6

Hipótesis de posturas y comprobación con modelos experimentales

Una de las características importantes que debe de cumplir el modelo es generar las posiciones de decúbito lateral derecho, decúbito lateral izquierdo, trendelenburg invertido, así como también a través de sistemas electrónicos automatizar la cama para generar dichos cambios de posiciones, estos de manera programada. Los diferentes cambios de postura ya mencionados, reflejados en el diseño de la cama, para evitar las úlceras por presión es la aportación principal de la presente investigación.

Para desarrollar los diferentes modelos (Modelo funcional a tamaño natural y Modelo funcional automatizado), se han realizado diferentes hipótesis relacionadas con el movimiento para lograr las posiciones ya mencionadas, que básicamente se fundamenta en el concepto de seccionar la base del colchón, la cual a través de sistemas mecánicos de eslabonamiento y sistemas electrónicos para la automatización.

El objetivo principal de este capítulo radica en generar diferentes hipótesis de diseño de la superficie de la cama, ya que el diseño óptimo permita generar de manera eficiente las posturas requeridas y generar un modelo a tamaño natural para validar con su respectiva experimentación el concepto de diseño óptimo seleccionado, así como generar un modelo funcional (a escala) automatizado.

Cabe mencionar, que a la par de los desarrollos de los modelos funcionales, tanto el modelo a tamaño natural como el modelo automatizado, así como su respectiva experimentación se fue desarrollando el diseño general.

Con respecto al concepto de seccionar la base de colchón se realizaron diferentes hipótesis de diseño de esta, así como también se llevó a cabo la experimentación de las mismas con la finalidad de obtener el diseño óptimo para generar los cambios de posturas deseados.

6.1 Modelos a tamaño natural para generar posturas decúbito lateral derecho decúbito lateral izquierdo y trendelenburg invertido del paciente

En las siguientes figuras se muestran diferentes hipótesis de diseño y modelo a tamaño natural, considerando que la superficie para colchón este seccionada, el objetivo es proporcionar opciones de diseño que permita al usuario o paciente, obtener las posturas por decúbito lateral derecho y decúbito lateral izquierdo de tal manera que facilite al médico, terapeuta o familiar realizar de manera más eficaz las tareas correspondientes para con el usuario.

6.1.1 Superficie de colchón dividida en dos secciones

6.1.1.1 Hipótesis

Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie del colchón dividida en dos secciones de manera longitudinal, que permita rotar cada sección de manera independiente.

6.1.1.2 Descripción

En la presente hipótesis de diseño se dividió la superficie del sistema en dos secciones como se muestra en la Figura 6.1, inciso a). Posteriormente para lograr la postura decúbito lateral derecho se gira la sección 1 a un ángulo aproximado de 30° sobre la horizontal, como se muestra en el inciso b).

Es importante mencionar que el ángulo de giro considerado solo es referencia, ya que durante la experimentación este puede ser modificado.

Figura 6.1 Superficie dividida en dos secciones. a) Decúbito supino. b) Decúbito lateral derecho

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Para la materialización de dicho modelo se fabricaron dos marcos de perfil tubular de acero estructural, ya que estos representan las secciones o bases de las superficies del colchón que son las encargadas de generar los movimiento rotacionales para generar las posturas decúbito lateral izquierdo y derecho respectivamente, estas secciones están unidas entre sí a través de un sistema de bisagras. Cabe mencionar, que se llevó a cabo la experimentación de la presente hipótesis de diseño como se muestra en la Figura 6.3.

6.1.1.3 Resultados

Como resultado de lo anterior en la siguiente Figura 6.2 se muestra el modelo a tamaño natural con la superficie del colchón dividida en dos secciones.

Figura 6.2 Superficie de colchón dividida en dos secciones
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Así mismo, como se muestra en la siguiente Figura 6.3 se realizó la experimentación con una paciente sana, rotando cada una de las secciones para generar las posturas decúbito lateral en el paciente.

Cabe mencionar, que en las diferentes pruebas experimentales realizadas con el modelo a escala natural, se consideró el uso de un colchón y almohada, así como la integración de barandales laterales para seguridad y apoyo del paciente. Esta consideración se llevó a cabo para las diferentes hipótesis mencionadas en el presente capítulo.

Figura 6.3 Superficie de colchón dividida en dos secciones; Posición decúbito lateral
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.1.1.4 Conclusiones

Al llevar a cabo la experimentación con base a la presente hipótesis, se observa que se alcanza un ángulo aproximado de 57° , sin embargo en el paciente no se refleja un giro considerable que refleje la posición decúbito lateral deseada, de hecho se observa que dicha paciente se encuentra desplazada, hacia el lado izquierdo de la imagen, lo que se observó en la experimentación de la presente hipótesis es que existió un desplazamiento lateral indeseado desde que se comenzó a girar la sección lateral de la base de la cama del colchón generando como resultado una postura decúbito lateral inapropiada.

6.1.2 Superficie de colchón dividida en dos secciones con inclinación inicial

6.1.2.1 Hipótesis

Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón dividida en dos secciones con inclinación inicial, que permita rotar o girar el marco principal así como cada una de las secciones de manera independiente.

6.1.2.2 Descripción

En el presente concepto se gira la superficie total del sistema a un ángulo aproximado de 30° a partir de la horizontal, ver Figura 6.4 inciso b y posteriormente girar un ángulo de 10° la sección 1, como se muestra en la Figura 6.4 c, con esto se puede alcanzar un mayor ángulo decúbito lateral para el paciente (40°). Es importante mencionar que los ángulos de giro considerados solo son de referencia, ya que durante la experimentación estos pueden ser modificados.

Figura 6.4 Superficie dividida en dos secciones con inclinación inicial. a) Decúbito supino, b) Decúbito lateral a 30° y c) Segundo giro de sección 1 de 10°
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Cabe mencionar, que se llevó a cabo la experimentación de la presente hipótesis de diseño como se muestra en la Figura 6.5.

6.1.2.3 Resultados

Como resultado se obtuvo un modelo que permite, antes de generar las posturas decúbito lateral, generar un giro o inclinación inicial del marco principal, esto se puede observar en la siguiente Figura 6.5, ya que se llevó a cabo la experimentación de la presente hipótesis de diseño con un paciente sano.

Figura 6.5 Inclinación o rotación inicial del marco principal
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.1.2.4 Conclusiones

En la experimentación de la presente hipótesis el paciente tiende a resbalarse con mayor facilidad de la superficie del colchón, esto derivado del primer giro de inclinación inicial del marco principal (el marco principal aloja las secciones de la base del colchón), y al generar el giro correspondiente de una de las secciones de la base de colchón, para generar la posición decúbito lateral, el paciente ya no obtiene la postura de decúbito lateral deseada.

6.1.3 Superficie de colchón dividida en tres secciones

6.1.3.1 Hipótesis

Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón seccionada en tres partes de manera longitudinal, que permita rotar cada sección de manera independiente.

6.1.3.2 Descripción

El siguiente concepto se basa en dividir la superficie en tres secciones como se muestra en la siguiente Figura 6.6, consiste en girar la sección 2 y 3 a un ángulo aproximado de 15° , y por último se gira solo la sección 3 un ángulo de 15° para tener un total de 30° sobre la horizontal, como se muestra en el inciso c). Cabe mencionar, que los ángulos de giro considerados solo son referencia, ya que durante la experimentación estos pueden ser modificados.

Figura 6.6 Superficie dividida en tres secciones. a) Decúbito supino. b) Decúbito lateral a 15° . c) Decúbito lateral a 30°

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Para la materialización de dicho modelo se fabricó un marco principal de ángulo estructural el cual a su vez soporta tres superficies longitudinales, unidas entre sí con un sistema de rotación (bisagras), que dichas superficies son las encargadas de generar las posturas decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente, en el paciente con confinamiento prolongado.

Así mismo, el marco principal se encuentra sujeto a una base tubular (fabricada con acero estructural) en la cual dicho marco principal se une a esta base a través de dos pernos en los costados de dicha base, esto permite la rotación del paciente (verticalización), Ver Figura 6.7. Cabe mencionar, que se llevó a cabo la experimentación de la presente hipótesis de diseño como se muestra en la Figura 6.7.

6.1.3.3 Resultados

Como resultado, en la siguiente Figura 6.7 se muestra el modelo a tamaño natural con la superficie dividida en tres secciones, para generar el movimiento rotacional de las secciones y obtener las posturas decúbito lateral derecho e izquierdo, respectivamente.

Figura 6.7 Superficie de colchón dividida en tres secciones
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Así mismo, como se muestra en la siguiente Figura 6.8 se realizó la experimentación de la presente hipótesis de diseño obteniendo la posición decúbito lateral en la cama con la superficie de colchón dividida en tres secciones.

Figura 6.8 Posición decúbito de superficie de colchón dividida en tres secciones
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.1.3.4 Conclusiones

Una observación importante en la experimentación de la presente hipótesis es que el usuario no sufre desplazamientos hacia el otro extremo de la cama que pudieran afectar la posición decúbito lateral buscada. El ángulo de inclinación aproximado del paciente que se obtuvo sin que sufriera desplazamientos indeseables fue de 32° a partir de la horizontal, como se muestra en la Figura 6.8, lo cual hace una excelente hipótesis de diseño para los fines buscados.

6.1.4 Superficie de cochón dividida en tres secciones con inclinación inicial

6.1.4.1 Hipótesis

Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón dividida en tres secciones con inclinación inicial, que permita rotar o girar el marco principal así como cada una de las secciones de manera independiente.

6.1.4.2 Descripción

El presente concepto se basa en obtener una inclinación inicial del marco principal (soporte de las superficies seccionadas) y posteriormente de las secciones de la base del colchón, este concepto se puede visualizar en la siguiente Figura 6.9.

Figura 6.9 Concepto de inclinación inicial del marco principal
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Una vez que se ha inclinado el marco principal un ángulo a aproximado de 15° (Figura 6.10 b), posteriormente la sección 2 se inclina 5° más sobre la horizontal y por último en la Figura 6.10 d), se observa que la sección 3 se inclina 10° más, logrando con esto inclinar al paciente un ángulo total de 30° .

Es importante mencionar que los ángulos de giro considerados solo son referencia, ya que durante la experimentación estos pueden ser modificados.

Figura 6.10 Superficie dividida en tres secciones con inclinación inicial. a) Decúbito supino, b) Decúbito lateral a 15° y c) Segundo giro de sección 2 y 3 de 5° , d) Tercer giro de sección 3 y 5°

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Para la materialización de dicho modelo se consideró un marco principal de ángulo y de base de tubular (fabricados ambos con acero estructural).

Así mismo, el marco principal se encuentra sujeto a la base de tubular, en la cual dicho marco principal se une a esta base a través de dos pernos que funcionan como eje de giro, colocados en las secciones más cortas del marco principal (piecera y cabecera), esto permite generar una inclinación inicial de dicho marco principal, ver Figura 6.11.

Figura 6.11 Sujeción entre marco principal y base de tubular a través de perno

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Cabe mencionar, que se llevó a cabo, con un paciente sano, la experimentación de la presente hipótesis de diseño como se muestra en la Figura 6.12.

6.1.4.3 Resultados

Como resultado se obtuvo un modelo en el cual se observó que el sistema permite, antes de generar las posturas decúbito lateral, generar un giro inicial aproximado de 20° sobre la horizontal del marco principal, esto se puede ver en la siguiente Figura 6.12. También, el presente modelo permite girar las secciones de la superficie del colchón.

Figura 6.12 Inclínación o rotación inicial del marco principal
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.1.4.4 Conclusiones

Parte de las observaciones del experimento basado en la presente hipótesis el paciente logra alcanzar un ángulo aproximado de 30° grados con respecto a la horizontal, sin embargo con esta inclinación dicho paciente ya presentaba desplazamientos laterales no deseados. Ver figura 6.13.

Figura 6.13 Rotación o giro de las secciones de la base del colchón
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.1.5 Posición trendelenburg invertido del paciente

6.1.5.1 Hipótesis

Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural que permita colocar al paciente en posición trendelenburg invertida.

6.1.5.2 Descripción

En el presente concepto se busca colocar al paciente en posición trendelenburg invertida (independientemente de las secciones que tenga la base del colchón del diseño final) hasta un ángulo máximo de 45° , esto se logra girando o inclinando el marco principal el cual a su vez gira la superficie del colchón, como se muestra en la Figura 6.14.

Es importante mencionar que el ángulo de la posición trendelenburg invertido considerado solo es referencia, ya que durante la experimentación este puede ser modificado.

Figura 6.14 Posición trendelenburg invertido del usuario

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.1.5.3 Resultados

Como resultado de la experimentación con base a la presente hipótesis, se obtuvo un modelo que permite generar la posición trendelenburg invertido del paciente, esto se puede observar en la siguiente Figura 6.15.

Figura 6.15 Posición trendelenburg invertido
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.1.5.4 Conclusiones

En el presente experimento se observa que el sistema si permite generar la posición deseada, sin embargo, es importante mencionar que hay que definir la inclinación adecuada y de eso dependerá si es necesario considerar soportes, topes o elementos de sujeción que eviten que el paciente se deslice sobre el colchón.

6.2 Evaluación de las hipótesis de diseño: Diseño óptimo de superficie de colchón

Para llevar a cabo la selección del diseño óptimo de la superficie del colchón, del diseño de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, se ha desarrollado un diagrama de flujo, como apoyo para la toma de decisión de la selección del diseño óptimo en

mención a partir de diferentes hipótesis de diseño, mismas que se desarrollan a través de la experimentación con modelos funcionales a escala natural y posteriormente a través de una matriz de selección o ponderación, se evalúan dichas hipótesis de diseño, considerando en dicha tabla parámetros de diseño a evaluar, así como la ponderación de estos. En la siguiente Figura 6.16 se observa el procedimiento desarrollado y aplicado; diseño óptimo de superficie de colchón.

Figura 6.16 Diagrama de flujo para selección de diseño óptimo
Fuente: Torres Valle, J. B. (2021).

6.2.1 Requerimientos de diseño para superficie de colchón

Con base al diagrama de flujo para la selección del diseño óptimo de la superficie del colchón, a continuación se especifican y describen los “**requerimientos de diseño**” solicitados para el diseño óptimo de la superficie de colchón ya mencionada:

- **Variedad de posiciones del usuario.** Las posiciones que se busca generar es decúbito supino, decúbito lateral derecho y decúbito lateral izquierdo.
- **No existen desplazamientos laterales indeseados del paciente.** Los desplazamientos laterales indeseados del paciente ocurren cuando se quiere colocar a este en posición decúbito lateral izquierda o derecha, respectivamente, afectan que se genere estas posiciones decúbito de forma adecuada.
- **Posición adecuada: decúbito lateral derecho y decúbito lateral izquierdo.** El presente criterio de evaluación hace referencia a que el paciente logre cambiar a las posturas de decúbito lateral derecha e izquierda, respectivamente, de forma adecuada. Se parte como referencia girar al paciente sobre su costado, ya sea costado derecho o costado izquierdo, en un rango de inclinación entre 30° y 40°, ya que ángulos superiores a 40° se corre el riesgo de que el paciente se gire por completo, provocando accidentes no deseados.

6.2.2 Hipótesis de diseño

En la siguiente Tabla 6.1, se presenta el concentrado de las diferentes hipótesis de diseño que se desarrollaron a partir de un proceso experimental con apoyo de modelo funcional a escala natural, ya analizado en el presente capítulo. Esto con el

objetivo de seleccionar el diseño óptimo de la superficie del colchón a través de una matriz de selección o ponderación.

Tabla 6.1 Hipótesis de diseño

<i>Hipótesis de Diseño</i>	
6.1.1.1	Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie del colchón seccionada en dos partes de manera longitudinal, que permita rotar cada sección de manera independiente, así como generar la posición trendelenburg invertido de dichas secciones de manera conjunta.
6.1.2.1	Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón dividida en dos secciones con inclinación inicial, que permita rotar o girar el marco principal así como cada una de las secciones de manera independiente.
6.1.3.1	Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón seccionada en tres partes de manera longitudinal, que permita rotar cada sección de manera independiente.
6.1.4.1	Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón dividida en tres secciones con inclinación inicial, que permita rotar o girar el marco principal así como cada una de las secciones de manera independiente.

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Cabe mencionar, que se desarrolló la hipótesis de diseño 6.1.5.1 que hace referencia a la posición trendelenburg invertido del paciente, la cual no se ha

evaluado en la Tabla 6.1, ya que la evaluación solo se llevara a cabo para seleccionar el *diseño óptimo* de la base del colchón.

6.2.3 Matriz de selección o ponderación

En la siguiente Tabla 6.2, se presenta la matriz de selección o ponderación, considerando para ello, los criterios de diseño, las diferentes hipótesis a evaluar, así mismo se ha designado una escala de puntaje considerada para estos criterios, misma que estará en el rango de 0 a 5 puntos.

Tabla 6.2 Matriz de selección o ponderación

<i>Criterio de evaluación</i>	Hipótesis 6.1.1.1	Hipótesis 6.1.2.1	Hipótesis 6.1.3.1	Hipótesis 6.1.4.1
<i>I. Variedad de posiciones del usuario.</i>	5	5	5	5
<i>II. No existen desplazamientos laterales indeseados del paciente.</i>	2	2	5	4
<i>III. Posición adecuada: decúbito lateral derecho y decúbito lateral izquierdo.</i>	2	3	4	3
<i>Puntaje Total</i>	9	12	14	12
<i>Selección de hipótesis de Diseño óptimo de base de colchón.</i>			✓	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Con base en la matriz de selección o ponderación realizada, el **diseño óptimo** de base de colchón es la correspondiente a la **hipótesis 6.1.3.1**: *Es posible diseñar y fabricar un modelo a tamaño natural con una superficie de colchón seccionada en tres partes de manera longitudinal, que permita rotar cada sección de manera independiente.* La cual fue la que obtuvo un mayor puntaje (14 puntos).

6.3 Modelo automatizado a escala de reducción

Considerando el diseño óptimo de base de colchón correspondiente a la hipótesis 6.1.3.1 y al estudio realizado de la hipótesis 6.1.5.1, referente a postura trendelemburg invertida del paciente, se realizó un modelo automatizado a escala el cual se muestra a continuación.

6.3.1 Modelo automatizado a escala; superficie de colchón dividida en tres secciones.

6.3.1.1 Hipótesis

Es posible desarrollar un modelo funcional automatizado a escala con una superficie del colchón dividida en tres secciones de manera longitudinal, que permita rotar o girar cada sección de la base del colchón de manera independiente, así como generar la postura trendelemburg invertida de dichas secciones de manera conjunta.

6.3.1.2 Descripción

Para desarrollar el modelo funcional a escala se consideraron los resultados obtenidos en el proceso de validación con respecto a las divisiones de la superficie

del colchón, partiendo de estos resultados se determinó que dicho modelo se realizará con una superficie de colchón dividida en tres secciones longitudinales, también se desarrollaron los sistemas de eslabonamientos o mecanismos del sistema encargados de generar las diferentes posturas de decúbito supino, decúbito lateral derecho e izquierdo respectivamente, así como la posición de trendelenburg invertido del paciente.

También se utilizaron para la realización de dicho modelo a escala sistemas electrónicos para desarrollar la automatización programación del sistema.

El modelo funcional automatizado a escala se compone de los siguientes elementos:

- **Mecanismos del sistema (Sistema de eslabones):** son los encargados de transmitir la fuerza y movimiento para generar los diferentes cambios de postura, así como la posición de trendelenburg invertido del paciente, 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 posición 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.

El microcontrolador utilizado para el modelo automatizado a escalan está basado en en VEX ARM® Cortex® coordina el flujo de información y la alimentación de robot, contiene 2 Puertos para motor de 2 hilos, 1 puerto I2C sensor inteligente, 8 entradas analógicas de alta resolución (12 bits), 12 puertos rápidos de E/S digitales que se pueden utilizar como interrupciones y es programable con easyC v4 o ROBOTC para VEX Robotics v4.x.

- **Servomotor:** En el sistema se han utilizado dos servomotores; 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 posición trendelemburg invertida del mismo. Cada servomotor presenta una rotación de 100 grados, torque de 6.5 lb/in, rango de voltaje de 4.4 a 9.1 V, consumo de corriente de 20 mA a 1.5 A y potencia máxima de 4.9 W.

- **Batería:** La batería es la encargada de suministrar la energía eléctrica al microcontrolador y por ende al sistema automatizado. Cabe mencionar que la batería utilizada para el presente modelo automatizado es de 7.2 V y 3000 mAh. 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.

6.3.1.3 Resultados

Como resultado se obtuvo un modelo a escala capaz de representar tanto las funciones del objeto como los requerimientos de diseño determinadas en el capítulo 5, estos requerimientos hacen referencia a la generación de posturas de decúbito lateral derecho e izquierdo respectivamente, trendelenburg invertido del paciente y la automatización de dichas posturas. El modelo en mención se puede observar en las siguientes Figura 6.17 y Figura 6.18, respectivamente.

Mecanismo del sistema *Servomotor B* *Microcontrolador* *Batería* *Servomotor A* *Lenguaje de programación*

Figura 6.17 Componentes principales del sistema automatizado

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

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, ver siguiente Figura 6.18.

Figura 6.18 Control alámbrico del sistema automatizado

Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Cabe mencionar que Dicha programación se llevó a cabo utilizando un microcontrolador basado en VEX ARM® Cortex®, a partir de esto, se utilizó el software de programación robótica easyC®.

A continuación se presenta el pseudo-código, de la programación, que se utilizó en el modelo a escala, para controlar tiempos y posiciones por decúbuto y tendelemburg invertida del sistema automatizado, para personas que presentan confinamiento prolongado en cama.

```
//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
    {
//Decúbuto izquierdo
        while(SensorValue[decubito]>-30)
        {
            motor[motorA]=-50;
            wait10Msec(5);
        }
        motor[motorA]=0;
        wait10Msec(300);
//Decúbuto cero
        while(SensorValue[decubito]<0)
        {
            motor[motorA]=40;
            wait10Msec(5);
        }
        motor[motorA]=0;
        wait10Msec(300);
//Decúbuto 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++;
    }
}

```

Con base en la programación en mención, 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°, como se muestra en la Figura 6.19 y Figura 6.20, respectivamente.

Figura 6.19 Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Figura 6.20 Ángulo de inclinación para postura por decúbito lateral derecho
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

El ángulo de inclinación que se obtuvo en el modelo del sistema automatizado para lograr la postura de trendelenburg invertido del paciente es de 30°, esto se puede observar en la siguiente Figura 6.21.

Figura 6.21 Ángulo de inclinación para lograr la posición de trendelenburg invertido del sistema
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

Los ángulos de inclinación en el modelo, tanto para los cambios de postura por decúbito y trendelenburg invertido como se muestran en las Figuras 6.18, 6.19 y 6.20 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° a 25° para el caso de la posición por decúbito y de 0° a 30° para el caso de la posición trendelenburg invertido del sistema.

Otros elementos importantes incluidos en el presente modelo a escala, 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 6.22. 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 6.22 Elementos que están en contacto directo con el paciente
Fuente: Torres Valle, J. B. (2017).

6.3.1.4 Conclusiones

La hipótesis, del presente apartado 6.3.1, que menciona que es posible desarrollar un modelo funcional automatizado a escala con una superficie del colchón dividida en tres secciones de manera longitudinal, que permita rotar o girar cada sección de

la base del colchón de manera independiente, así como generar la postura trendelemburg invertida de dichas secciones de manera conjunta, fue posible comprobarla a partir de un modelo automatizado a escala.

Así mismo, en la realización del modelo automatizado permitió diseñar y desarrollar todos los arreglos de sistemas de eslabonamientos mecánicos (mecanismos) necesarios para obtener las diferentes posturas requeridas en la presente investigación. Dicho diseño de eslabonamientos se puede observar en el capítulo 8 del presente documento.

Capítulo 7

Validación de la propuesta de diseño

En los capítulos precedentes de esta investigación se ha descrito la propuesta de Diseño del Sistema de Soporte para Ayudar a Evitar Úlceras por Presión en Pacientes que Padecen Confinamiento Prolongado en Cama, así como las aportaciones del mismo. En este contexto, se plantea en este capítulo validar dicha propuesta de diseño.

Como parte de la validación se decidió hacer un modelo a tamaño natural, cabe mencionar que no es el diseño definitivo, con la finalidad de probar la hipótesis que se planteó en el inicio de dicha investigación. Para ello, se llevaron a cabo tres pruebas experimentales; dos de ellas con un usuario sano y con un operario no especializado y la última de estas se contó con un especialistas del área médica y un usuario sano. Como se ha mencionado, dichas pruebas experimentales se realizaron con **usuarios sanos** que no presentaban algún tipo de problemas de movilidad, sin embargo, **las dimensiones antropométricas (peso, estatura y anchura máxima del cuerpo) de estos usuarios, están consideradas en percentil 95 con base a los estudios antropométricos realizados por el Dr. Rosalío Ávila Chaurand.** Cabe mencionar que estas pruebas del modelo a tamaño natural no se han considerado prudente, por el momento, realizarlas con usuarios enfermos por cuestiones de seguridad.

Así mismo, los cambios posturales por decúbito lateral en el modelo a tamaño natural se realizaron de forma manual, ya que esto permite, por el momento,

visualizar la funcionalidad del mismo sin necesidad de invertir tiempo y dinero en la fabricación de los mecanismos. A continuación se muestra las pruebas experimentales mencionadas anteriormente.

7.1 Pruebas experimentales realizadas por un operario no especializado

7.1.1 Experimento número 1

7.1.1.1 Objetivo

Analizar el comportamiento postural al colocar en posición decúbito lateral izquierdo, con un ángulo total de 30° con respecto a la horizontal en el modelo a escala natural, con un usuario sano.

7.1.1.2 Descripción

Se colocó al usuario en la cama en posición decúbito supino, a continuación se procedió a girar la primera sección de la base del colchón o colchoneta a un ángulo de 55° con respecto a la horizontal, como se muestra en la siguiente Figura 7.1.

Fecha de experimentación: septiembre de 2018.

Figura 7.1 Inclinación de la sección 1
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

Posteriormente se giró la sección 2 de la superficie a un ángulo de 20° , conservando la inclinación inicial de la primera sección de 55° , llegando con esto a un ángulo total de la primera sección de 75° como se muestra en la siguiente Figura 7.2.

Figura 7.2 Inclinación de la sección 2
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

Como resultado de lo anterior, en la siguiente Figura 7.3 se observa que el ángulo de giro resultante con respecto a la horizontal del cuerpo de la paciente es de aproximadamente 30° .

Figura 7.3 Ángulo de giro del paciente
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.1.1.3 Resultados

En la siguiente tabla se observan los datos y resultados obtenidos de la primera prueba realizada:

Tabla 7.1 Resultados de experimento número I

Experimento número: I				
Datos del Paciente:				
Sexo: M: __ , F: <u>X</u>		Masa: <u>68 kg</u>		Talla: <u>1.57 m</u>
Lugar de experimentación: Nicolás Romero, Estado de México.				
Posición Adoptada	Ventajas	Problemas detectados	Observaciones	
Posición decúbito lateral izquierdo	<p>El generar este cambio de postura permite al paciente que los puntos de presión puedan cambiar a otras zonas del cuerpo.</p> <p>Así mismo, este cambio también permite que el paciente pueda ser aseado con mayor facilidad y menor esfuerzo, por parte del personal que está a su cuidado.</p> <p>Como resultado de esta prueba, con los ángulos de giro realizados la paciente no tiende a resbalarse del colchón ni a correr el riesgo de que su cuerpo gire provocando una posición decúbito prono la cual no es deseada en el sistema.</p>	<p>Al girar a la paciente los primeros 55° la diferencia de postura de su cuerpo no representó un cambio de postura considerable en ella.</p>	<p>Al girar la sección 2 de la superficie del colchón a un ángulo aproximado de 20° se observó que los puntos de presión en la zona del cuerpo fueron considerables en comparación de la posición decúbito supino, en esta postura decúbito lateral izquierdo alcanzada con estos ángulos de giro realizados en las secciones de la superficie del colchón se logró girar un ángulo de 30° el cuerpo de la paciente. Con esta inclinación dicho cuerpo de la paciente mostraba estabilidad en la postura.</p>	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.1.1.4 Conclusiones

Como resultado de esta prueba, al colocar en posición decúbito lateral izquierdo, a un ángulo total de 30° con respecto a la horizontal en el modelo a escala natural, a un usuario sano se observa que no tiende este a resbalarse del colchón ni a correr el riesgo de que su cuerpo gire provocando una posición decúbito prono la cual no es deseada en el sistema.

Así mismo, es notorio que al cambiar de postura al usuario de decúbito supino a decúbito lateral izquierdo los puntos de presión entre el cuerpo y el colchón cambian de manera considerable, lo cual se puede observar en la Figura 7.1 y Figura 7.3, respectivamente.

7.1.2 Experimento número 2

7.1.2.1 Objetivo

Analizar el comportamiento postural al colocar en posición decúbito lateral derecho, con un ángulo total de 26° con respecto a la horizontal en el modelo a escala natural, con un usuario sano.

7.1.2.2 Descripción

En este segundo experimento se realizó con una persona de sexo masculino, la posición a experimentar es decúbito lateral derecho, en este caso se giró la sección 3 de la superficie del colchón a un ángulo de 55° con respecto a la horizontal, como se muestra en la siguiente Figura 7.4.

Fecha de experimentación: septiembre de 2018.

Figura 7.4 Inclinación de la sección 1
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

El segundo giro realizado fue de 17° de la segunda sección de la superficie del colchón, con este giro la primera sección del colchón alcanzo una inclinación de 72° con respecto a la horizontal, esto se puede observar en la siguiente Figura 7.5.

Figura 7.5 Inclinación de la sección 3
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

Como resultado de lo anterior, se obtuvo un giro aproximado de 26° con respecto a la horizontal del cuerpo del paciente, como se muestra en la siguiente Figura 7.6.

Figura 7.6 Inclinación de la sección 6
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.1.2.3 Resultados

En la siguiente tabla se observan los datos y resultados obtenidos de la segunda prueba realizada.

Tabla 7.2 Resultados de experimento número II

Número de experimento: II			
<p><i>Datos del Paciente:</i></p> <p>Sexo: M: <u>X</u> , F: <u> </u> Masa: <u>89 kg</u> Talla: <u>1.68 m</u></p> <p>Lugar de experimentación: Nicolás Romero, Estado de México.</p>			
Posición Adoptada	Ventajas	Problemas detectados	Observaciones
Posición decúbito lateral derecho	<p>El generar este cambio de postura permite al paciente que los puntos de presión puedan cambiar a otras zonas del cuerpo.</p> <p>Así mismo este cambio permite que el paciente pueda ser aseado con mayor facilidad y menor esfuerzo, por parte del personal que está a su cuidado.</p> <p>Como resultado de esta prueba, con los ángulos de giro realizados la paciente no tiende a resbalarse del colchón ni a correr el riesgo de que su cuerpo gire provocando una posición decúbito prono la cual no es deseada en el sistema.</p>	<p>Con la inclinación obtenida del cuerpo de este segundo paciente (aproximadamente de 26°) las zonas de presión del cuerpo cambian considerablemente en comparación a la posición inicial de la prueba (posición supino), sin embargo si se pretende girar más al paciente (aproximadamente 10°) este tiende a resbalarse y si se continua con el giró tiende a rotarse por completo.</p>	<p>Al girar la sección 2 de la superficie del colchón a un ángulo aproximado de 17° se observó que los cambios de presión en la zona del cuerpo fueron considerables a comparación de la posición decúbito supino, en esta postura decúbito lateral derecho alcanzada con estos ángulos de giro realizados en las secciones de la superficie del colchón se logró girar un ángulo de 26° el cuerpo del paciente. Con esta inclinación dicho cuerpo de la paciente muestra estabilidad en la postura.</p>

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.1.2.4 Conclusiones

Como resultado de esta prueba, al colocar en posición decúbito lateral izquierdo, a un ángulo total de 26° con respecto a la horizontal en el modelo a escala natural, a un usuario sano se observa que no tiende este a resbalarse del colchón, ya que muestra estabilidad en la postura, ni a correr el riesgo de que su cuerpo gire provocando una posición decúbito prono la cual no es deseada en el sistema.

Así mismo, es notorio que al cambiar de postura al usuario de decúbito supino a decúbito lateral izquierdo, los puntos de presión entre el cuerpo y el colchón cambian de manera considerable a otras zonas del cuerpo, lo cual se puede observar en la Figura 4 y Figura 6, respectivamente.

7.2 Pruebas experimentales realizadas por especialistas del área médica

Con el apoyo de una especialista del área médica se realizaron dos pruebas experimentales con un paciente sano. En la primera prueba experimental se realizó la simulación del aseo (baño de esponja) en pacientes con confinamiento prolongado en cama. Se muestra como se realiza dicho aseo en camas convencionales que **no** cuentan con características de diseño que ayuden a cambiar de posturas por decúbito lateral al paciente.

Para el caso de la segunda prueba experimental se realiza la simulación de dicho aseo con el apoyo del sistema propuesto en la presente investigación. Las pruebas realizadas son las siguientes:

7.2.1 Experimento número I

Datos de la especialista:

Nombre: Brenda Saraí Rodríguez Torres

Ocupación: Pasante de Enfermería

Lugar de experimentación: Nicolás Romero, Estado de México

Fecha de experimentación: septiembre de 2018

7.2.1.1 Objetivo

Analizar la simulación del aseo (baño de esponja) en pacientes con confinamiento prolongado en cama, considerando el proceso y mecánica corporal para dicho baño en camas convencionales que **no** cuentan con características de diseño que ayuden a cambiar de posturas por decúbito lateral al paciente.

7.2.1.2 Descripción

1. Colocar a la paciente en posición supina con el brazo colocado en su abdomen como se muestra en la siguiente Figura 7.7.

Figura 7.7 Posición supino de la paciente

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

2. Flexionar la pierna derecha del paciente (aplica para lograr posición decúbito lateral izquierdo) como se muestra en la siguiente Figura 7.8.

Figura 7.8 Flexión de la pierna derecha de la paciente
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

3. Sujetar a la paciente de hombro y cadera (o rodilla) para girarlo a posición decúbito lateral izquierdo.

Figura 7.9 Posición decúbito lateral izquierdo
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

4. Generar presión a la paciente, por parte de la enfermera, para que permanezca en esta postura (decúbito lateral izquierdo) y se realice el aseo correspondiente (Baño de esponja) como se muestra en la siguiente Figura 10.

Figura 7.10 Sujetar o presionar a la paciente
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.2.1.3 Resultados

En la siguiente Tabla 7.3 se observan los datos y resultados obtenidos de la prueba realizada:

Tabla 7.3 Resultados de experimento número I

Número de experimento: I				
<i>Datos del Paciente:</i>				
<i>Sexo: M: __, F: <u>X</u></i>		<i>Masa: <u>87 kg</u></i>		<i>Talla: <u>1.63 m</u></i>
<i>Función del sistema</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Problemas detectados</i>	<i>Observaciones</i>	
Utilización de cama convencional para realizar simulación de baño de esponja a paciente con estancia prolongada en cama.	A un paciente que presente estancias prolongadas en cama se le puede dar un baño de esponja adecuado utilizando la técnica de movilidad o mecánica corporal para ese fin.	Para realizar el baño de esponja al paciente, la persona que este a su cuidado debe de conocer la técnica adecuada para no presentar futuras consecuencias físicas, derivado del peso de dicho paciente.	Es importante que la persona que realice el baño de esponja al paciente, conozca la técnica adecuada de mecánica corporal para no sufrir futuras lesiones.	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.2.1.4 Conclusiones

El realizar baños de esponja a pacientes con limitada movilidad utilizando camas convencionales genera gran desgaste físico por parte de las personas que lo asisten, larga provoca, principalmente, problemas como lumbalgias.

7.2.2 Experimento número II

Datos de la especialista:

Nombre: Brenda Saraí Rodríguez Torres

Ocupación: Pasante de Enfermería

Lugar de experimentación: Nicolás Romero, Estado de México

Fecha de experimentación: septiembre de 2018

7.2.2.1 Objetivo

Analizar la simulación del aseo (baño de esponja) en pacientes con confinamiento prolongado en cama, considerando el proceso y mecánica corporal para dicho baño, utilizando un **“Sistema del soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama”**.

7.2.2.2 Descripción

1. Girar la sección lateral y central de la superficie del colchón (un ángulo total de 75° con respecto a la horizontal) para generar en la paciente una posición decúbito lateral izquierda, como se muestra en la siguiente Figura 7.11.

Figura 7.11 Posición decúbito lateral izquierdo
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

2. Flexionar la pierna derecha de la paciente y colocar su brazo derecho en el abdomen (Aplica para lograr posición decúbito lateral izquierdo), como se muestra en la siguiente Figura 7.12.

Figura 7.12 Flexión de la pierna derecha de la paciente
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

3. Realizar un giro del paciente aproximado de 13° con respecto a la vertical como se muestra en la siguiente Figura 7.13.

Figura 7.13 Giro de la paciente para realizar baño de esponja
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

4. En la siguiente Figura 14 se observa que ya no es necesario sujetar o apoyar a la paciente para realizar la tarea de baño de esponja.

Figura 7.14 Aplicación de baño de esponja
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.2.2.3 Resultados

En la siguiente Tabla 7.4 se observan los datos y resultados obtenidos de la prueba realizada:

Tabla 7.4 Resultados de experimento número II

Numero de experimento: II				
<i>Datos del Paciente:</i>				
<i>Sexo: M:___, F: <u>X</u></i>		<i>Masa: <u>87 kg</u></i>		<i>Talla: <u>1.63 m</u></i>
<i>Función del sistema</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Problemas detectados</i>	<i>Observaciones</i>	
Utilización del sistema para realizar simulación de baño de esponja a paciente con estancia prolongada en cama	<p>El hecho de que el sistema ayude a posicionar a la paciente en postura decúbito lateral izquierda permite a la enfermera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reducir el esfuerzo de manera considerable para girar a la paciente. Ya que como se muestra en la Figura 7.14, dicha enfermera ya no necesita presionar o sujetar a la paciente para realizarle las tareas de aseo. - Realizar de manera óptima el aseo de la paciente. 	A consideración de la enfermera comenta que la cama está un poco ancha (1 m) y requiere de barandales laterales.	<p>Durante la prueba la enfermera hizo dos comentarios interesantes respecto al sistema:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. una cama con estas características ayudaría mucho a este tipo de tareas ya que en ocasiones se realizan en promedio hasta 20 baños de esponja al día a diferentes pacientes y el desgaste físico es demasiado y a la larga provoca problemas como lumbalgias. 2. Sería interesante probar esta cama en pacientes entubados ya que el baño de esponja en ellos es un poco más complicado. 	

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

7.2.2.4 Conclusiones

Se observa que la cama genera los cambios posturales pos decúbito lateral, lo cual hace que los puntos de presión cambien con base a la posición que presente el

usuario sano. Así mismo, al girar la cama al usuario permite a la persona que lo asiste en el baño, reducir el esfuerzo de manera considerable para girar a dicho usuario. Ya que como se muestra en la Figura 14, dicha enfermera ya no necesita presionar o sujetar al usuario para realizarle las tareas de aseo. Esto permite mejorar la calidad del aseo al usuario y minimizar o evitar futuros problemas de salud en la persona que lo asiste.

7.3 Relación sujeto-objeto en validación de propuesta de diseño

Un punto importante en la presente investigación es la relación que existe entre el usuario y el colchón, así como la relación del colchón con la estructura del sistema de soporte.

7.3.1 Relación usuario primario (paciente)-colchón

El colchón utilizado en el modelo a escala natural, en el cual se realizaron las pruebas para la presente validación, es aglutinado de espuma de poliuretano de alta densidad de 80 kilogramos por metro cúbico de 5 cm de espesor, como se muestra en la siguiente Figura 7.16.

Figura 7.15 Hule espuma de alta densidad
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

Sin embargo, el colchón que se propondrá en el diseño de sistema de soporte, con base en lo que se ha investigado, es el colchón Invacare Softform Excel que dispone de una espuma cortada con celdas independientes para el máximo confort del paciente y una mejor prevención de escaras gracias a la distribución del peso de manera uniforme, como el que se muestra en la siguiente Figura 7.16.

Además de esto, la base del colchón Softform está compuesta por una capa de espuma firme que proporciona soporte y una capa superior más suave que proporciona confort, convirtiéndole así en un colchón que ofrece resistencia y comodidad a partes iguales. Cuyas especificaciones técnicas son:

- Dimensiones: Ancho 88 cm. Largo: 195 cm. Altura; 15.2 cm.
- Peso usuario: 40-120 Kg.
- Limpieza: Lavable a máquina 71 °C.

Figura 7.16 Colchón de espuma antiescaras

Fuente: Colchón para enfermos antiescaras. Recuperado el 3 de abril de 2016, de <https://mundodependencia.com/colchon-para-enfermos-antiescaras-softform-excel/>

Este tipo de colchones son productos de alta calidad, probados para asegurar el confort, rendimiento a largo plazo, higiénico, transpirable y sustentable con el medio ambiente.

7.3.2 Relación colchón-estructura

La relación que existe entre el colchón y la estructura del modelo del sistema de soporte...se basa en que este descansa en una superficie de colchón dividida en tres secciones que están articuladas, entre ellas, de manera longitudinal, como se muestra en la siguiente Figura 7.17.

Figura 7.17 Superficie de colchón dividida en tres secciones
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

Capítulo 8

Proyecto

En el presente capítulo se realiza la proyección gráfica del Diseño del Sistema de Soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, a través de dibujos de conjunto y sus respectivos planos, considerando en dicho diseño, dimensiones antropométricas basadas en percentil 95 de personas de 18 a 65 años. Así mismo, se realiza un análisis de viabilidad del proyecto, principalmente de mercado y financiero.

8.1 Dimensiones antropométricas

Así mismo, para determinar las dimensiones de la cama, se ha considerado tomar en cuenta diferentes medidas antropométricas que ayuden a generar un diseño ergonómico, permitiendo que el enfermo este en una área confortable y segura, y así mismo, el personal de enfermería que está en contacto con el paciente disminuya riesgos ergonómicos derivados de posiciones inadecuadas durante las actividades de apoyo para con los pacientes. Cabe mencionar, que la concepción moderna del trabajo ergonómico exige el análisis de las tareas, herramientas y modos de producción, con el objetivo de generar eficacia, seguridad y confort entre las interacciones requeridas, según Singleton W.T (1972), citado por Avila (2007, p. 8), “afirma que una de las responsabilidades básicas de la ergonomía es proporcionar datos acerca de las dimensiones del cuerpo”.

Actualmente, en México se tienen pocos estudios con datos antropométricos, entre algunos de ellos se encuentran las dimensiones antropométricas recabadas por el Dr. Rosalío Ávila Chaurand, investigador del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, de la Universidad de Guadalajara, junto con su equipo de trabajo, realizaron arduas investigaciones antropométricas que se presentan en su obra denominada Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana, donde se considera a la población de distintos países como México, Cuba, Colombia, Chile y Venezuela.

Para realizar el desarrollo dimensional del diseño de sistema de soporte para personas que presentan confinamiento prolongado en cama, se ha considerado el análisis antropométrico de la los estudios del Dr. Rosalío Ávila; Trabajadores industriales de 18 a 65 años. En las siguientes Figuras y Tablas se muestran las dimensiones de dicho análisis antropométrico.

Figura 8.1 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años
Fuente: Ávila Chaurand, R. (2007).

Tabla 8.1 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años

Dimensiones		18 - 65 años (n=204)				
				Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
1	Peso (Kg)	64.0	12.45	48.0	60.5	88.0
2	Estatura	1567	52.92	1471	1570	1658
3	Altura de ojos	1449	52.42	1351	1450	1540
4	Altura oído	1434	52.50	1333	1433	1517
6	Altura hombro	1291	49.17	1209	1290	1380
7	Altura codo	1004	38.89	941	1004	1080
8	Altura codo flexionado	969	39.52	906	969	1044
9	Altura muñeca	778	33.77	727	776	840
10	Altura nudillo	708	32.01	663	704	769
11	Altura dedo medio	612	31.55	565	611	663
33	Diámetro a-p cabeza	186	7.22	175	187	199
51	Altura mentón	1339	51.15	1248	1340	1424
52	Altura trocánter may.	826	41.30	759	826	896

Fuente: Ávila Chaurand, R. (2007)

Figura 8.2 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años

Fuente: Ávila Chaurand, R. (2007).

Tabla 8.2 En posición de pie, sexo femenino, de 18 a 65 años

Dimensiones		18 - 65 años (n=204)				
				Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
12	Altura rodilla	449	23.84	411	446	491
13	Diámetro máx. bideltoides	443	40.42	389	435	521
14	Anchura máx. cuerpo	484	44.98	434	479	578
15	Diámetro transversal tórax	314	31.31	268	310	374
16	Diámetro bitrocantérico	364	30.93	321	359	420
17	Profundidad máx. cuerpo	277	35.67	233	269	344
18	Alcance brazo frontal	686	32.41	631	684	741
19	Alcance brazo lateral	700	30.18	645	700	750
20	Alcance máx. vertical	1896	76.78	1761	1899	2026
21	Profundidad tórax	267	31.64	224	263	328
48	Perímetro cabeza	553	15.99	525	552	580
50	Perímetro pantorrilla	363	34.94	315	355	426

Fuente: Ávila Chaurand, R. (2007).

Figura 8.3 Cabeza, pie, mano, trabajadores industriales, sexo femenino, de 18 a 65 años
Fuente: Ávila Chaurand, R. (2007).

Tabla 8.3 Cabeza, pie, mano, trabajadores industriales, sexo femenino, de 18 a 65 años

Dimensiones		18 - 65 años (n=204)				
				Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
34	Anchura cabeza	150	8.43	134	150	164
35	Anchura cuello	110	7.90	97	109	123
36	Altura cara	127	7.61	114	128	138
37	Anchura cara	124	9.69	106	123	138
38	Diámetro interpupilar	56	4.87	49	56	65
39	Longitud mano	171	8.04	158	171	185
40	Longitud palma mano	97	4.58	90	97	105
41	Anchura mano	93	6.90	83	92	104
42	Anchura palma mano	76	3.58	71	76	82
54	Espesor mano	29	3.23	23	30	35
43	Diámetro empuñadura	45	3.14	40	45	50
44	Longitud pie	232	9.79	217	232	250
46	Anchura pie	90	4.88	83	90	99

Fuente: Ávila Chaurand, R. (2007).

8.2 Dimensiones antropométricas considerando percentil 95 a Diseño de Sistema de Soporte

Con base a las dimensiones antropométricas recabadas por el Dr. Rosalío Ávila Chaurand, se han considerado diferentes dimensiones en el *Diseño del Sistema de Soporte para Ayudar a Evitar Úlceras por Presión en Pacientes que Padecen Confinamiento Prolongado en Cama*, para de la presente investigación, tomando como referencia el percentil 95.

8.2.1 Dimensión antropométrica: Peso

Con base en la Tabla 8.1, considerando el percentil 95, el peso corresponde a 88 Kg. Así mismo, el usuario (persona de sexo femenino para el análisis) que se consideró para el Diseño del Sistema de la presente investigación, su peso fue de 87 kg, esto se puede observar en la Figura 8.4.

Figura 8.4 Dimensión antropométrica: Peso

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

8.2.2 Dimensión antropométrica: Estatura

Con base en la Tabla 8.1, considerando el percentil 95, la estatura corresponde a 1658 mm. El usuario (persona de sexo masculino) que se consideró para el Diseño del Sistema de Soporte, tiene una estatura de 1680 mm. Cabe mencionar que la longitud que se utilizó para dicho Diseño es de 1939.2 mm (longitud de base giratoria), esta dimensión se puede observar en el punto 8.4.3 Plano de base giratoria,

Así mismo, en la Figura 8.5 y Figura 8.6, respectivamente, se puede observar la dimensión de la longitud de la base giratoria y la dimensión (altura) del paciente en el modelo del Sistema de Soporte.

Figura 8.5 Longitud de base giratoria

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

Figura 8.6 Dimensión antropométrica: Estatura

Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

8.2.3 Dimensión antropométrica: Anchura máxima del cuerpo

Con base en la Tabla 8.1, considerando el percentil 95, la anchura máxima del cuerpo corresponde a 578 mm. El usuario (persona de sexo masculino) que se consideró para el Diseño del Sistema de Soporte, tiene una anchura máxima de cuerpo de 580 mm. Cabe mencionar, que la dimensión del ancho de la base giratoria

que se utilizó para el Diseño del Sistema es de 942.09 mm, esta dimensión se puede observar en el punto 8.4.3 Plano de base giratoria.

Así mismo, en la Figura 8.7 se puede observar la dimensión del ancho de la base giratoria y la anchura máxima de cuerpo del paciente en el modelo del Sistema de Soporte, respectivamente.

Figura 8.7 Dimensión antropométrica: Anchura máxima del cuerpo
Fuente: Torres Valle, J. B. (2018).

A partir de los resultados obtenidos durante todo el proceso de la presente investigación, así como, el análisis y resultados antropométricos de las presentes secciones 8.1 y 8.2, respectivamente, en la siguiente sección 8.3, se presenta el diseño definitivo o diseño óptimo titulado “DISEÑO DEL SISTEMA DE SOPORTE PARA AYUDAR A EVITAR ÚLCERAS POR PRESIÓN EN PACIENTES QUE PADECEN CONFINAMIENTO PROLONGADO EN CAMA”.

Para presentar dicho proyecto de diseño, este estará integrado por:

- Dibujos de conjunto
- Dibujo de explosión
- Planos de elementos principales

8.3 Dibujos de las diferentes posturas decúbito del “Sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama”

En el presente apartado se presenta el diseño final o diseño óptimo, los dibujos que a continuación se mostraran son los dibujos de conjunto del “DISEÑO DEL SISTEMA DE SOPORTE PARA AYUDAR A EVITAR ÚLCERAS POR PRESIÓN EN PACIENTES QUE PADECEN CONFINAMIENTO PROLONGADO EN CAMA”, mismos, que reflejan las diferentes posturas decúbito en pacientes que presentan confinamiento prolongado en cama, los cuales son:

- Dibujo A. Posición decúbito dorsal
- Dibujo B. Posición decúbito lateral Izquierdo
- Dibujo C. Posición decúbito lateral derecho
- Dibujo D. Posición trendelenburg invertido

8.3.1 Dibujo A. Posición decúbito dorsal

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

**Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.**

POSICIÓN DECÚBITO DORSAL

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Varios

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.8 Posición decúbito dorsal

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.3.2 Dibujo B. Posición decúbito lateral izquierdo

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

**Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.**

POSICIÓN DECÚBITO LATERAL IZQUIERDO

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Varios

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.9 Posición decúbito lateral izquierdo

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.3.3 Dibujo C. Posición decúbito lateral derecho

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

**Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.**

POSICIÓN DECÚBITO LATERAL DERECHO

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Varios

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.10 Posición decúbito lateral derecho

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.3.4 Dibujo D. Posición trendelenburg invertido

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

**Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.**

POSICIÓN TRENDELENBURG INVERTIDO

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Varios

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.11 Posición trendelenburg invertido

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.3.5 Dibujo E. Dibujo de conjunto

Figura 8.12 Dibujo de conjunto
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4 Dibujo de explosión y planos de los elementos principales que conforman el “Diseño de sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama”

En el presente apartado 8.4, se presenta el dibujo de conjunto del diseño del sistema de soporte a partir de la explosión del mismo, así como los planos de cada uno de los componentes principales que conforman dicho diseño.

- Dibujo E. Dibujo de explosión
- Plano de estructura principal
- Plano de base giratoria
- Plano de superficie de colchón lateral
- Plano de base de colchón central
- Plano de barandal
- Plano de cabecera
- Plano de piecera
- Plano de base porta eje
- Plano de base de motor
- Plano de eslabón conector
- Plano de eslabón fijo
- Plano de eslabón acoplador
- Plano de eslabón corredera
- Plano de eslabón manivela
- Plano de eje
- Plano de soporte 1 de actuador
- Plano de soporte 2 de actuador

8.4.1 Dibujo E. Dibujo de Explosión

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama.

DIBUJO DE EXPLOSIÓN

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Pieza: xx Acotación: mm

Material:

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.13 Dibujo de explosión

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.2 Plano de estructura principal

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

**Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
 úlceras por presión en pacientes que padecen
 confinamiento prolongado en cama.**

PIEZA 1. ESTRUCTURA PRINCIPAL

UNIVERSIDAD
 AUTONOMA
 METROPOLITANA **AM**
 Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Ac. Estructural

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.14 Estructura Principal, pieza 1

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.3 Plano de base giratoria

Figura 8.15 Base giratoria, pieza 2
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.4 Plano de superficie de colchón lateral

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 3. SUPERFICIE DE COLCHÓN LATERAL
(1 Derecha y 1 Izquierda)

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 2 Acotación: mm

Material: Polímero (Rotomoldeo)

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.16 Superficie de colchón lateral, pieza 3

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.5 Plano de base de colchón central

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

**Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
 úlceras por presión en pacientes que padecen
 confinamiento prolongado en cama.**

PIEZA 4. BASE DE COLCHON CENTRAL

UNIVERSIDAD
 AUTONOMA
 METROPOLITANA
 Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Polímero (Rotomoldeo)

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.17 Base de colchón central, pieza 4
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.6 Plano de barandal

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 5. BARANDAL
(1 Izquierdo y 1 Derecho)

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 2 Acotación: mm

Material: Polímero Rotomoldeo)

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.18 Barandal, pieza 5
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.7 Plano de cabecera

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 6. CABECERA

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Polímero (Rotomoldeo)

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.19 Cabecera, pieza 6
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.8 Plano de piecera

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

**Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.**

PIEZA 7. PIECERA

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA

Casa abierta al tiempo

Azcapotzalco

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 **Acotación: mm**

Material: Polímero (Rotomoldeo)

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.20 Piecera, pieza 7
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.9 Plano de base porta eje

Figura 8.21 Base porta eje, pieza 8
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.10 Plano de base de motor

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 9. BASE DE MOTOR

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Ac. Estructural

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.22 Base de motor, pieza 9

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.11 Plano de eslabón conector

Figura 8.23 Eslabón conector, pieza 10

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.12 Plano de eslabón fijo

Figura 8.24 Eslabón fijo, pieza 11
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.13 Plano de eslabón acoplador

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 12. ESLABÓN ACOPLADOR

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 4 Acotación: mm

Material: Ac. Estructural

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.25 Eslabón acoplador, pieza 12

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.14 Plano de eslabón corredera

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 13. ESLABÓN CORREDERA

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 4 Acotación: mm

Material: Ac. Estructural

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.26 Eslabón corredera, pieza 13

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.15 Plano de eslabón manivela

Figura 8.27 Eslabón manivela, pieza 14

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.16 Plano de eje

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 15. EJE

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 1 Acotación: mm

Material: Ac. Estructural

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.28 Eje, pieza 15
Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.17 Plano de soporte 1 de actuador

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto

SISTEMA DE SOPORTE

Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar
úlceras por presión en pacientes que padecen
confinamiento prolongado en cama.

PIEZA 16. SOPORTE 1 DE ACTUADOR

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

JOSE BERNARDO TORRES VALLE

Cantidad: 2 Acotación: mm

Material: Ac. Estructural

No tomar medidas sobre dibujo

Figura 8.29 Soporte 1 de actuador, pieza 16

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

8.4.18 Plano de soporte 2 de actuador

Figura 8.30 Soporte 2 de actuador, pieza 17

Fuente: Torres Valle, J. B. (2019).

Una vez proyectada la conceptualización del Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, en el siguiente apartado se presenta aspectos de viabilidad del mismo, referentes a viabilidad de mercado y viabilidad financiera, respectivamente.

8.5 Viabilidad del proyecto

En el presente apartado, se presenta un análisis de viabilidad de mercado y viabilidad financiera, con la finalidad conocer la probabilidad que existe de poder llevar a cabo, la materialización, del proyecto con éxito.

8.5.1 Viabilidad de Mercado

Hoy día la comercialización debe de tener estrategias de gestión, lo cual implica detectar e incorporar en el mercado productos innovadores que cumplan con las necesidades de globalización del mercado y de los clientes.

Así mismo, el mercado debe de desarrollar capacidades de gestión tecnológica y de proyectos innovadores que impulsen la investigación y el desarrollo en el sector salud, provocando con esto la competitividad y mejora continua de dicho sector.

Hoy en día, la mejor forma de incrementar la competitividad es a través de la innovación ya que el que no innova deja de vender sus productos en pocos años.

Para Philip Kotler, Gary Armstrong, Dionisio Cámara e Ignacio Cruz (2010), autores del libro "Marketing", un mercado es el *"conjunto de compradores reales y potenciales de un producto. Estos compradores comparten una necesidad o un deseo particular que puede satisfacerse mediante una relación de intercambio"* (p. 10).

De esta forma, el realizar una viabilidad de mercado para el diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que presenta confinamiento prolongado en cama, permitirá determinar las posibilidades de comercialización del producto, por lo que el primer elemento es establecer los atributos del mismo y la ventaja competitiva a utilizar.

8.5.1.1 Características del Producto

El diseño de sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, cuenta con las siguientes características:

- a. El sistema coloca al paciente en las siguientes posturas, decúbito lateral derecho, decúbito supino, decúbito lateral izquierdo y trendelemburg invertida, logrando con esto que los puntos de presión entre la superficie del colchón y el paciente puedan distribuirse.
- b. Los diferentes cambios de postura mencionados, se realizan de manera programada y automatizada.
- c. El sistema de soporte tiene un recubrimiento superficial de pintura ecológica (sustentable), sanitaria certificada en hospitales, como barrera de infecciones nosocomiales o con afección de humedad, moh, salitre, biofilm, bacterias, virus...cumpliendo con aspectos normativos como lo es la Norma UNE-EN 14476:2014+A1:2015 Antisépticos y desinfectantes.
- d. Los componentes fabricados con polímeros biodegradables son sustentables con el medio ambiente.
- e. Tiene componentes fabricados con acero estructural (A36) de bajo costo.
- f. Los costos de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, son competitivos.
- g. Todos los elementos, así como, materiales considerados en la fabricación son comerciales y se encuentran dentro del mercado nacional.

8.5.1.2 Ventaja competitiva:

A diferencia de las camas de hospital existentes en el mercado, la propuesta de diseño de sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, cuenta con las siguientes ventajas competitivas:

- a. El diseño es exclusivo para ayudar a evitar las úlceras por presión.
- b. En el diseño del sistema de soporte, se consideraron aspectos antropométricos para la población nacional.
- c. Puede posicionar al paciente en cuatro posturas diferentes de manera programada y automatizada.
- d. Puede ser controlado por el propio paciente.
- e. A partir del diseño, se ha considerado que diferentes procesos de manufactura, así como materiales para su fabricación, sean sustentables con el medio ambiente y cumplan aspectos normativos a fines.
- f. Todos los elementos, así como, materiales considerados en la fabricación son comerciales y se encuentran dentro del mercado nacional.

8.5.1.3 Productos sustitutos y/o complementarios

Entre los productos sustitutos o complementarios para ayudar a evitar úlceras por presión principalmente se encuentran:

- Camas de hospital manual
- Camas de hospital semi eléctricas
- Camas de hospital eléctricas
- Camas geriátricas hospitalarias
- Cojines antiescaras
- Soporte de Tobillo
- Almohadilla Protectora del talón

- Azalea de borrego
- Colchón de presión alterna

8.5.1.4 Proveedores de insumos, nacionales e internacionales

El diseño de sistema de soporte está hecho con materiales sencillos, estándar y de fácil adquisición, por lo que los proveedores son totalmente nacionales.

8.5.1.5 Principales competidores

En el mercado existen gran cantidad de proveedores que ofrecen camas de hospital, tanto para el sector público como para la iniciativa privada, entre ellos están:

- Especialistas de Manufactura Eléctrica
- Genensis Healthcare Advseis, S. A. de C. V.
- Ortopedia Ana SA DE CV
- Stryker México, S.A. DE C.V

8.5.1.6 Mercado meta

Mercado meta: Personas que presentan confinamiento prolongado en cama, ya sea por alguna discapacidad motriz y/o enfermedad.

8.5.2 Viabilidad de Financiera

En el presente estudio de viabilidad financiera se pretende determinar, de manera general, el costo total que tendría el Diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama.

8.5.2.1 Costo directo del diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama

A continuación se hace una propuesta del costo total que tendría el diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión, para determinar dicho costo total, el 50% correspondería a los costos de materiales y elementos a utilizar que actualmente existen en el mercado (septiembre de 2020).

Cabe mencionar que dichos costos pueden variar por la naturaleza del mercado, y el otro 50% del costo total corresponde a los costos de manufactura del mismo.

En la siguiente Tabla 8.4 se presenta el análisis y resultado correspondiente al costo directo del diseño del sistema de soporte.

Tabla 8.4 Costo directo del sistema de soporte

Costo directo del diseño del sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama (El costo no incluye utilidad ni impuestos)				
Materia prima	Pieza / Descripción	Cantidad	Costo por pieza (MXN)	Costo total (MXN)
	Soporte 2 de actuador	4	40	160
	Soporte 1 de actuador	4	40	160
	Eje	1	400	400
	Eslabón Manivela	2	80	160
	Eslabón corredera	4	80	320
	Eslabón acoplador	4	80	320
	Eslabón fijo	4	40	160
	Eslabón Lateral	2	80	160
	Base de motor	1	150	150
	Base porta eje	1	150	150
	Pieceras	1	1200	1200
	Cabecera	1	1500	1500
	Barandal lateral	2	1200	2400
	Base de colchón central	1	700	700
	Base de colchón lateral	2	700	1400
	Base giratoria	1	400	400
	Estructura principal	1	800	800
	Llantas	4	150	600
	Actuador	2	1500	3000
Componentes eléctricos y electrónicos	Control remoto alámbrico	1	600	600
	Motor	1	1500	1500
	PLC	1	4000	4000
	Herrajes	1	500	500
	Pintura	1	600	600
	Colchón	1	3600	3600
	COSTO TOTAL DE MATERIA PRIMA			23740
	COSTO TOTAL DE MANUFACTUR (INCLUYE MANO DE OBRA, ENERGÍA, TRANSPORTE, GASTOS ADMINISTRATIVOS, ETCÉTERA)			23740
	COSTO TOTAL UNITARIO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE SOPORTE			47780

Fuente: Torres Valle, J. B. (2020).

Conclusiones

Al principio de la presente investigación se planteó como problemática principal que las personas que permanecen largos períodos en cama padecen úlceras por presión, las cuales afectan su calidad de vida, llegando incluso a ocasionarles la muerte.

A partir de lo anterior, se determinó el objetivo general el cual consiste en proyectar un sistema de soporte que permita a pacientes que presentan confinamiento prolongado en cama cambiar posturas de sí mismos, de manera automatizada y programada, considerando determinados tiempos para cada posición, con base en la convergencia del Diseño y la Ingeniería, con el fin de que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo y con ello ayudar a evitar o prevenir los problemas de salud derivados de su discapacidad de movilidad.

Como conclusión global se determina que es posible proyectar un sistema de soporte ayude a evitar o prevenir la aparición de úlceras por presión a pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, a partir de cambios de postura de decúbito de manera programada y automatizada, ya que esto favorece a que los puntos de presión puedan distribuirse en el cuerpo y con ello evitar la concentración de esfuerzos entre la superficie del colchón y zonas determinadas del cuerpo del paciente.

La materialización de este proyecto del diseño de soporte, tendría un costo total unitario de \$47,780.00 MXN. Es importante destacar que tanto los materiales como procesos requeridos, para dicha materialización, se pueden encontrar y realizar en territorio nacional.

A continuación se presentan las conclusiones, más significativas, con base en los capítulos realizados de la presente investigación.

Capítulo 2. Estado del arte

Después de realizar un análisis de patentes de camas, sistemas, etcétera, con base en la búsqueda realizada del estado de la técnica en el IMPI, se concluye que el Diseño del sistema propuesto en la presente investigación, tiene similitudes hasta en un 77.7 % con respecto a características de diseño (ver Tabla 2.11), de algunas patentes encontradas.

Así mismo, de acuerdo con la conceptualización del IMPI de Modelo de Utilidad que lo define como, *“cualquier objeto, utensilio, aparato o herramienta, como resultado de modificación en disposición, configuración, estructura o forma y que presenten distinción en sus partes que las integran y ventajas en su utilidad”*, el producto de diseño de la presente investigación, es candidata a cumplir con esta conceptualización de registro como *“Modelo de Utilidad”*.

Capítulo 4. Investigación de campo

A partir de la investigación de campo realizada a especialistas del área médica, que se relacionan con personas que presentan confinamiento prolongado en cama, a través de un cuestionario que se aplicó con la finalidad de identificar características y parámetros de diseño para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se concluye que con base en los resultados obtenidos, se identificaron parámetros que apoyaron y sustentaron las características, funciones, etcétera del diseño final o diseño óptimo del presente tema de investigación de tesis.

Capítulo 5. Requerimientos de Diseño

En el presente capítulo se determinaron los requerimientos de diseño, del presente tema de investigación, con base en la investigación de caso realizada y partir de la función operativa del diseño del sistema de soporte propuesto, lo cual se concluye que dichos requerimientos, van a estar en función de las diferentes posturas de los pacientes, tiempos adecuados entre posturas o posiciones decúbito, materiales utilizados en el diseño, aspectos de ergonomía y modos de funcionamiento, principalmente.

Capítulo 6. Hipótesis de posturas y comprobación con modelos experimentales

En el presente capítulo se presentaron diferentes modelos a escala natural, en los cuales se realizó procesos experimentales con la finalidad de evaluar las diferentes opciones de diseño y con ello determinar el diseño óptimo o diseño final de la presente investigación, como conclusión, se obtuvo un diseño óptimo, que cumpliera características y parámetros de diseño requeridos con base a la naturaleza del proyecto de investigación (convergencia entre diseño e ingeniería) y dicho diseño óptimo se materializó en un modelo a escala con las características de diseño requeridas.

Así mismo, en el presente capítulo, se presenta la metodología utilizada para la selección del diseño óptimo, a partir de un diagrama de flujo titulado **Diagrama de flujo para la selección de diseño óptimo** (Figura 6.16), cabe mencionar que dicho diagrama de flujo fue desarrollado con base a resultados y análisis de la presente investigación.

Capítulo 7. Validación de la propuesta de diseño

Una vez determinado el diseño óptimo del sistema del soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama, se procedió a realizar experimentación en el modelo funcional a escala con la finalidad, de que fuese evaluado por parte de una especialista del área médica, por lo cual la conclusión es de que la propuesta de diseño en mención, cumple con la finalidad de ayudar a evitar, en este tipo de pacientes, la aparición de úlceras por presión.

Capítulo 8. Proyecto

En este capítulo, como resultado de la presente investigación, se realiza la conceptualización gráfica del Diseño de sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama.

Como conclusión se puede mencionar que para la realización de dicho proyecto, se ha considerado la convergencia del diseño y la ingeniería, esto a través de la vinculación y desarrollo de temas como innovación, tecnología e investigación y no olvidando, por supuesto, los aspectos económicos, sociales y ambientales que del proyecto se relacionan.

Bibliografía y fuentes consultadas

Libros

- Aguirre Tamez María. (2004). Diseño: Conocer y Crear. Tesis Doctoral. Distrito Federal: México.
- Ávila Chaurand, R., Prado León, L. R., González Muñoz, E. L. (2007). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. (2ª ed.). Guadalajara, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.
- 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.
- Guerra Torres César. (2015). Análisis y síntesis de mecanismos con aplicaciones. (1a ed.). México: Patria.
- 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.
- Martínez, López, José. (2008). Prevención y tratamiento de úlceras y escaras. Málaga, España: Publicaciones vértice.
- Mondelo, R, Pedro, Gregori Enrique y Barrau Pedro. (1994). Ergonomía 1 funadmentos. (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.
- Pacheco Espejel Arturo A, Cruz Estada María Cristina. (2016). Metodología crítica de la investigación. Lógica, procedimiento y técnicas. (5ª impresión.). México: Grupo Editorial Patria.
- Philip Kotler., Gary A., Dionisio C., Ignacio C., (2010). Marketing. (10ª edición). México: Prentice Hall.
- Robert. L. Norton. (2004). Diseño de maquinaria. (4ª edición). México: McGraw Hill.
- Roda Buch, A., Mata Amela, V., Albelda Vitoria, J. (2016). Máquinas y mecanismos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia
- Sánchez Ruiz Gerardo G. (2004). Guía de investigación para niños interesados en problemas urbanos y en otras cuestiones. (1ª ed.). México: Miguel Ángel Porrúa.
- Sánchez V., Mauricio y Pineda C., Edgar. (2001). Morfogénesis del objeto de uso: La forma como hecho social de convivencia, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Shigley, Joseph E. y Mischke, Charles. (2002). Diseño en ingeniería mecánica. (6ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Simón, G. (2009).+ de 100 definiciones de diseño. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana,
- 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>
- Camas por habitante [en línea]. [Fecha de consulta: Septiembre 2016]. Disponible en:
<http://prdjalisco.mx/blog/algunos-indicadores-sobre-salud-en-mexico-a-partir-del-informe-panorama-de-la-salud-2015-publicado-por-la-organizacion-de-cooperacion-para-el-desarrollo-economico/>
- 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
- 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-distribufederal.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
- Kabir. *Síndromes Geriátricos* [En línea]. [fecha de consulta: Abril 2013]. Disponible en: <http://medicinainterna.wikispaces.com>
- Martínez López José Félix. (2008). Prevención y tratamiento de úlceras y escaras. [en línea]. [Fecha de consulta: Julio 2016]. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=PVNwRMownLAC&printsec=frontcover&dq=ulceras+por+presion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiekNr_iOLOAhXB4CYKHVIDCMsQ6AEIMjAF#v=onepage&q&f=false
- Mellers, B. (2008). *Antiguas civilizaciones* [En línea]. [fecha de consulta: Mayo 2013]. Disponible en:

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
- 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>

Anexos

En el presente apartado se presentan los siguientes anexos:

ANEXO 1. Cuestionario

El objetivo del presente cuestionario fue realizar un estudio en hospitales y clínicas en el Estado de México, con la finalidad de obtener requerimientos de paciente y usuario, respectivamente, que ayuden al desarrollo del presente proyecto.

ANEXO 2. Modelo de utilidad

En este anexo, se presenta la información referente a la “solicitud de registro de modelo de utilidad”, el cual fue ingresado a revisión en el IMPI, con la siguiente información.

Acuse de recibo de la solicitud de: Modelo de utilidad

Solicitante: José Bernardo Torres Valle

Expediente: MX/u/2021/000057

Folio de recepción: MX/E/2021/009653

Lugar, fecha y hora de recepción de la solicitud: Ciudad de México 02/02/2021

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA UAM-AZC. Tesis para Doctorado: "Diseño de una cama con sistema automatizado para cambiar posiciones en las personas con estancias prolongadas".

ANEXO 1. Cuestionario

Coordinación de Posgrado en Diseño de CyAD

Tesis para doctorado: "Diseño de una cama con sistema automatizado para cambiar posiciones en las personas con estancias prolongadas"

Agradecemos su valiosa colaboración al contestar el presente cuestionario, ya que la información obtenida será de mucha importancia para mejorar la calidad de vida de las personas que presentan estancias prolongadas en cama, así como de aquellas que están a su cuidado.

CUESTIONARIO

I. Favor de marcar una o más opciones.

1. ¿Qué tipo de problemas de salud padecen las personas que presentan estancias prolongadas en cama?

PROBLEMATICA DE SALUD	SI	NO	A VECES
a) Úlcera por presión (escaras)			
b) Problemas de peritonitis			
c) Deformaciones del cuello y de la columna vertebral			
d) Otro			

2. ¿Qué posturas o cambios son las más adecuadas en los pacientes para ayudar a evitar úlceras por presión?

POSTURAS	SI	NO	A VECES
a) Decúbito Dorsal			
b) Decúbito Derecho			
c) Decúbito Izquierdo			
d) Decúbito Prono			
e) Otro			

3. ¿Cuánto tiempo es el adecuado para que estén en cada posición?

POSTURAS	1 hr.	2 hrs.	3 hrs.	Otro
a) Decúbito Dorsal				
b) Decúbito Derecho				
c) Decúbito Izquierdo				
d) Decúbito Prono				
e) Otra				

II. Favor de responder a las siguientes preguntas utilizando lápiz o bolígrafo.

4. ¿Considera importante que la cama pudiera inclinar al paciente de forma bipedestal?

5. ¿Entre cuantas personas cambian de posición a un paciente?

Coordinación de Posgrado en Diseño de CyAD

6. ¿Cómo lo mueven?

7. Cuando un paciente tiene estancias prolongadas en cama ¿cómo se le dan los alimentos?

8. Cuando un paciente tiene estancias prolongadas en cama, ¿cómo se realizan los cuidados
higiénicos?

9. Cuando un paciente tiene estancias prolongadas en cama, ¿cómo se le cambia a otro aparato o
mueble?

10. ¿Qué problemas de salud desarrollan las personas que tienen a su cuidado enfermos con
estancias prolongadas en cama?

11. ¿Qué tipo de materiales o accesorios son los más adecuados para utilizarse con las personas
que presentan estancias prolongadas en cama?

12. ¿Cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que el paciente esté más cómodo?

13. ¿Cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que fuera más cómodo para usted realizar
las funciones de cuidado del paciente?

14. ¿Usted como paciente cómo le gustaría que estuviera diseñada la cama para que estuviera más
cómodo?

Nombre: _____
Cargo: _____
Clínica u hospital: _____
Fecha: _____

¡Muchas gracias por su colaboración!

Anexo 2. Modelo de utilidad

CAMA PARA AYUDAR A PACIENTES A EVITAR ÚLCERAS POR PRESIÓN

Campo de la Invención

5 La presente invención se relaciona con el campo de la salud, específicamente se refiere a un sistema de soporte para ayudar a evitar úlceras por presión en pacientes que padecen confinamiento prolongado en cama. La cama, a partir de movimientos rotativos programados, cambia los puntos de presión en el cuerpo del paciente.

10

Antecedentes de la Invención

 El uso de camas convencionales en personas con discapacidad que presentan confinamiento prolongado en cama ya sea en hospitales o casas habitación, favorecen la aparición de úlceras por presión (también llamadas escaras). La úlcera por presión es una lesión en la piel y tejidos subyacentes como consecuencia de la compresión producida por presión, fricción o cizallamiento entre una protuberancia ósea y los tejidos que la envuelven contra una superficie externa, generalmente cuando la compresión es

15 prolongada o sostenida. Dicha compresión, reduce el flujo sanguíneo capilar de la piel y los tejidos subyacentes, produciendo isquemia, necrosis y la pérdida de la arquitectura tisular.

20

Cabe mencionar, que las úlceras por presión no solo afectan la...

Curriculum vitae del autor

I. Datos personales

Nombre: **José Bernardo Torres Valle**
Fecha de nacimiento: 20 de agosto de 1977
Domicilio: Buenos Aires 9, col. San Ildefonso, Nicolás Romero Edo. de México, c.p. 54470
Teléfono celular: 0445517582689
Correo electrónico: jobe_tv@yahoo.com.mx

II. Formación académica

Generación 2001 **Licenciatura en Ingeniería Mecánica**
Institución Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-AZC)
Área de Concentración Proyecto Mecánico

Generación 2012 **Especialidad en Diseño**
Institución Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-AZC)
Línea de Investigación Nuevas Tecnologías

Generación 2014 **Maestría en Diseño**
Institución Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-AZC)
Línea de Investigación Nuevas Tecnologías

Generación 2015 **Doctorado en Diseño y Desarrollo de Producto**
Institución Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-AZC)
Línea de Investigación Diseño y Desarrollo de Productos

III. Educación Complementaria

2003 Autocad-2002 2D y 3D Básico
2003 Metrología del Taller
2003 Torneado de Metales
2003 Dibujo Asistido por Computadora 3-D

2008	Análisis y Solución de Problemas, Tratamiento de Acciones Correctivas y Acciones Preventivas y Metodología de las 8 Disciplinas
2009	Enseñar en Términos de Competencias” para docentes del subsistema de universidades tecnológicas
2012	Taller para Unidades de Verificación NMX-EC-17020-IMNC-200
2012	Funcionamiento de la Comisión de la Seguridad e Higiene
2013	Taller de Redacción
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
2014	Las Patentes, los Modelos de Utilidad y los Secretos Industriales
2015	Taller: El Docente y su Desarrollo Integral
2015	Curso: 3DS MAX Básico
2015	Curso: Solid Works Intermedio-Avanzado
2017	Habilidades básicas de reacción y ortografía
2017	Curso: Estrategias para investigadores: la mejor ruta para la toma de decisiones

IV. Experiencia laboral

Empresa	SANTELO HERRAMIENTAS S.A DE C.V
Tiempo Laborado	5 Años (2005 - 2010).
Puesto Desempeñado	Diseñador de Herramientales: “Troqueles”.
Actividad Realizada	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 dichos herramentales.
Institución	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA FIDEL VELÁZQUEZ
Tiempo laborado	10 Años (2009 - Actual).
Puesto Desempeñado	Profesor de Tiempo Completo, Asociado C.
Modalidad	Presencial y Ejecutiva.
Actividad Realizada	Docente en el área de Mecatrónica y Mantenimiento industrial, a nivel Licenciatura y Técnico superior universitario (TSU).
Institución	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CUAUTITLÁN IZCALLI
Tiempo laborado	Un Cuatrimestre (Enero 2018 - Abril 2018).
Puesto Desempeñado	Profesor de Asignatura.
Modalidad	Presencial.
Actividad Realizada	Docente en el área de Ingeniería en Energía e Ingeniería Biomédica.

Trabajo independiente	CENTRO DE CAPACITACIÓN
Tiempo laborado	Abril 2019 – Actual.
Puesto Desempeñado	Instructor / Capacitador.
Modalidad	Presencial.
Actividad Realizada	Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial y grupal en temas de “Curso de Autocad Básico (2D)”.
Trabajo independiente	CONSULTORIA EN ELABORACIÓN DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO
Tiempo laborado	Mayo 2019 – Actual.
Puesto Desempeñado	Consultor/Analista.
Actividad Realizada	ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE AGENTES DESTRUCTIVOS DE ORIGEN QUÍMICO TECNOLÓGICO, SUS CONSECUENCIAS Y LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN, para dependencias, organismos y entidades de los sectores público, social y privado, encaminados a proteger a las personas que se encuentren en sus instalaciones sus bienes y el entorno, con base en la NORMA TÉCNICA DE PROTECCIÓN CIVIL NTE-002- CGPC-2018.

V. Diplomados

2014	Diplomado en Herramientas Metodológicas para la Formación Basada en Competencias Profesionales UV ITESM (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey).
2017	Diplomado en Formación de Investigadores Universidad Autónoma Metropolitana, UAM – AZC.
2018	Diplomado en Análisis y Diseño Estructural Universidad Autónoma Metropolitana, UAM – AZC.

VI. Certificaciones

2016	Coaching Essentials Neuro Semantics (International Society of Neuro-Semantics)
2019	EC0217 Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal

Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER).

- 2019 **EC076 Evaluación de la competencia de candidatos con base en estándares de competencia**
Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER).

VII. Registros

- 2019 **Elaboración de Análisis de Vulnerabilidad y Riesgos**
Coordinación General de Protección Civil del Estado de México.
- 2019 **Capacitador Externo**
Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

VIII. Evaluador y jurado

- 2012 **Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías: Evaluador de Proyectos Finalistas**
Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT).
- 2017 **Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías: Evaluador de Proyectos Finalistas**
Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT).
- 2017 **Evaluador en el Marco del Programa para Otorgar Apoyos o Premios a Estudiantes, Profesores e Investigadores Destacados en Ciencia y Tecnología**
Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT).
- 2017 **Evaluador en el marco del Programa para Otorgar Apoyos o Premios a Estudiantes, Profesores e Investigadores Destacados en Ciencia y Tecnología**
Instituto Tecnológico de Tlalnepantla (ITTTLA).
- 2018 **Evaluador en el Marco del Programa para Otorgar Apoyos o Premios a Estudiantes, Profesores e Investigadores Destacados en Ciencia y Tecnología**
Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT).
- 2019 **Programa para la Validación Tecnológica y Competitiva de Prototipos COMECYT – EDOMEX convocatoria 2019**
Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT).

IX. Artículos publicados

- J. Torres, 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.
- J. Torres. (2011). “Las nuevas Tecnologías Presentes en la Gestión del Mantenimiento”. Expresión Universitaria y Tecnológica. Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. 8 y 9.
- J. Torres. (2012). La Ingeniería y el Diseño en el Mundo de la Discapacidad. Expresión Universitaria y Tecnológica. Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. 18-20.
- Hernández Borja Carlos, Peza Ortiz Edebaldo, García Trinidad Enrique, Torres Valle José Bernardo. (2015). Revista de Tecnología e Innovación. Simulación de los Sistemas de Control Proporcional Derivativo y Proporcional Integral Derivativo de un Servomecanismo de segundo orden bajo la plataforma de LabVIEW. ECORFAN®. ISSN 2410-3993.
- José Bernardo Torres Valle. (2015). La Colección de los métodos y las maneras. Diseño de un sistema automatizado, para personas discapacitadas con estancias prolongadas en cama. Universidad Autónoma Metropolitana. ISBN 978-607-28-1322-9.
- J. Torres. Revista de Energía Química y Física (2016). Secado de nopal (Opuntia ficus) utilizando secador solar con sistema de reflectores. ECORFAN®. ISSN 2410-3934.

X. Ponencias

2014	Caracterización de un Sensor de Temperatura RTD
Evento	Tercer Congreso Internacional de Robótica.
Institución	Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de Morelos.
2015	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
Evento	Segundo Coloquio de Metodología en el Posgrado de Diseño.
Institución	Universidad Autónoma Metropolitana (UAM AZC).
2016	Secado de nopal (Opuntia ficus) utilizando secador solar con sistemas de reflectores
Evento	Congreso interdisciplinario de cuerpos académicos (CICA).
Institución	Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

2018	Parámetros de Diseño para Herramientas de Corte (Troqueles)
Evento	Coloquio: Tecnologías innovadoras en la Automatización y el Mantenimiento de los Sistemas Productivos.
Institución	Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV).
2019	Identificación de Riesgos a partir de Análisis HAZOP (Análisis de Riesgo y Operatividad)
Evento	Coloquio: Tecnologías innovadoras en la Automatización y el Mantenimiento de los Sistemas Productivos.
Institución	Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV).

XI. Reconocimientos

2015	Presea Nicolás Romero 2014
Institución	Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV).
2015	Medalla al Mérito Universitario
Institución	Universidad Autónoma Metropolitana (UAM AZC).