

**UNIVERSIDAD DON BOSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN  
**"ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS PARA USO EN AMBIENTES DE  
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN"**

PRESENTADO POR:  
QUINTANILLA LÓPEZ, MIRIAM ALEXIA RAFAELA  
TOLEDO RODRÍGUEZ, DHYANA SIGRITH

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
INGENIERO BIOMÉDICO

SEPTIEMBRE 2007

**RECTOR**

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

**SECRETARIO GENERAL**

LIC. MARIO OLMOS

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN

**ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN

**JURADO EVALUADOR**

ING. WILFREDO MELARA

ING. MANUEL MUÑOZ

ING. JUAN RENE NUÑEZ

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA BIOMÉDICA  
JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**“ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LOS AMBIENTES DE  
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN”**

---

**ING. WILFREDO MELARA**

JURADO EVALUADOR

---

**ING. MANUEL MUÑOZ**

JURADO EVALUADOR

---

**ING. JUAN RENE NUÑEZ**

JURADO EVALUADOR

---

**ING. ERNESTO GODOFREDO GIRÓN**

ASESOR

## **AGRADECIMIENTOS**

EL TEMOR DE JEHOVA ES EL PRINCIPIO DE LA SABIDURIA, Y EL CONOCIMIENTO DEL SANTISIMO ES LA INTELIGENCIA. PROVERBIOS 9:10

Cada mañana tus misericordias son nuevas Señor, gracias por darme la oportunidad de culminar mi carrera ya que estoy segura que sin ti nada soy. Quiero pedir tu bendición para todas aquellas personas que me ayudaron a llegar hasta el final de este reto:

Especialmente a la mujer que hasta el día de hoy siempre ha estado conmigo que me ama y que desde pequeña me regalo su amor sacrificándose por darme lo mejor y que con su ejemplo he llegado hasta donde estoy, Elba de Toledo, este triunfo es tuyo, no me alcanzaría una vida para agradecer lo que has hecho por mi, sin ti no lo hubiera logrado y eternamente agradecida con Jesús por bendecirme con una Madre tan linda.

A mi Papi Herman Toledo quien siempre ha sido un hombre que me ha apoyado en mis decisiones y ha contribuido a que yo sea la mujer que soy ahora, a mi abuela Eva Lazo, Yazmín, Kyle, Marvin e Evie quienes forman parte de mi familia y han estado conmigo en este trayecto.

A Juan Carlos Herrera quien camino conmigo una buena parte de mi vida y con quien estudie mis primeras materias, gracias por todos esos momentos compartidos.

A Mirna Estela quien a pesar de haberme dejado chiquita, nunca me olvido y siempre estuvo pendiente de mi.

A nuestro profesor y asesor Ing. Girón quien con mucha paciencia siempre estuvo con nosotros hasta el final.

A mi compañera de tesis Alexia con quien compartí muchos momentos para llegar hasta aquí, gracias por la hospitalidad que me brindaron en tu casita.

A nuestro tutor Ing. Leopoldo Hernández quien siempre estuvo con la disposición de que las cosas nos marcharan mejor regalándonos su tiempo, a Evelyn Argueta por todas sus atenciones y por brindarnos su ayuda.

A mi amigo Arnold que aunque esta en otro país, estuvo pendiente de las cosas que podía necesitar para que las cosas me fueran mejor en la universidad.

A Ricardo Medrano quien me dedico tiempo cada vez que lo necesitaba, quien espero no se haya aburrido de ayudarme, muchas gracias por todos sus detalles.

Y finalmente con quienes compartí momentos definitivamente inolvidables y a quienes regale una parte de mi corazón: Arely, Mireya, Gabriel, Agustín, Víctor, July, Loren, Ciro, Leo, Inga. Hernández, Lic. Any, Doña Betty, Nini, Kelly, Fa, Rommel, Olafo, Karina Flores, Xochilt, Mayorga, Clau Navarro, Paulo, Alvaro Flamenco, Solrac, Edgard, Rodrigo, Zavaleta, JJ, Noe, JC Campos, Boris, MaJose, Mata, Eduardo Castillo, Ingrid Lara, Carmen Quintanilla, Flor, Pch, Luisito, Jose Carlos, Oscar y Alejandro.

Sinceramente,  
Dhyana Sigrith

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias Mamá y Papá por ser mi ejemplo a seguir, gracias por enseñarme que en la vida es necesario luchar a pesar de las adversidades y que solo el esfuerzo constante nos permite lograr los sueños y metas propuestas, sin su cariño y apoyo difícilmente estaría en donde estoy, los amo, que Dios los Bendiga hoy y siempre.

A mis hermanos Sandra, Wilson y Claudia, por estar ahí cuando más los necesitaba, por estar pendientes de mí incluso estando lejos, por recordarme siempre que el amor no conoce las distancias.

A mi mejor y más grande amigo, gracias René, por estar conmigo no solo en este, sino en todos los momentos importantes y más queridos de mi vida, quien más para conocer el esfuerzo hecho para lograr esta meta, gracias por tu amor, ánimo y apoyo incondicional, este logro, como te lo dije una vez, es tuyo y mío.

A la Familia Navarro Serrano, mi segunda casa, si hubiera deseado nacer en otro hogar sería en el de ustedes, su cariño y amor han estado conmigo en todo este tiempo, de verdad ¡Gracias!

A mis amigos Flor y Rommel, por estar simplemente en el momento justo, con la palabra adecuada en el momento adecuado, así como a Dhyana, por su esfuerzo y alegría continua, gracias por aguantarme.

Gracias al Ingeniero Godofredo Girón y Leopoldo Hernández, por brindarme su apoyo y conocimientos en abundancia, mis mayores respetos hacia ustedes.

Por último, pero sin duda el más importante en mi vida, a ti que estas ahí aunque no te vea, y guías mis pasos aunque muchas veces me resista, mi vida estaría simplemente vacía sin ti y nada de esto sería posible. Gracias.

Alexia Q.

<b>INDICE</b>	<b>PAG.</b>
<b>INTRODUCCION GENERAL</b>	
<b>CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL</b>	
1.1 Introducción	11
1.2 Objetivos General y específico	11
1.2.1 Objetivo General	11
1.2.2 Objetivo Especifico	12
1.3 Alcances	13
1.4 Limitaciones	14
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Introducción	15
2.2 Importancia de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación en la atención a pacientes con discapacidad en El Salvador	15
2.2.1 Modelo de la Medicina Clásica, Social y de Medicina Física y Rehabilitación	16
2.2.1.1 Modelo Medico tradicional	17
2.2.1.2 Modelo Social	19
2.2.1.3 Modelo de Medicina Física y Rehabilitación	20
2.3 Particularidades de la atención en Rehabilitación	21
2.3.1 Características de los pacientes	22
2.3.2 Accesibilidad de los servicios en general	22
2.3.3 Atención óptima e igualitaria para los pacientes con Discapacidad	23
2.4 Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud	23
2.4.1 Antecedentes	24
2.4.2 Objetivos de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud CIF	24
2.4.3 Estructura	25
2.4.4 Aplicaciones de la CIF	27
2.4.5 Definiciones Principales alcanzadas en la CIF 2000	28
<b>CAPITULO III: ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL AMBIENTE DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACIÓN</b>	
3.1 Introducción	32
3.2 Organización	32
3.3 Estructura funcional de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación	33
3.3.1 Funciones de las áreas de Medicina Física y Rehabilitación	35
3.3.2 Interrelaciones entre las áreas que comprenden el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación	45
3.4 Funciones del personal de Medicina Física y Rehabilitación	46
3.5 Procesos Administrativos	50
3.5.1 Recepción y Control	50
3.5.2 Pedido y Recepción de Materiales	50
3.5.3 Mantenimiento de Tecnologías	50
3.5.4 Desecho de Materiales	51
3.5.5 Proceso de Ropería	51
3.5.6 Aseo y limpieza	51
3.6 Procesos clínicos	52

<b>CAPITULO IV: PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS TECNOLOGIAS</b>	
4.1 Introducción	52
4.2 Principio de funcionamiento de las tecnologías utilizadas en Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación	52
4.3 Principios físico de la Hidroterapia	53
4.3.1 Principios físicos de Hidroterapia	53
4.3.1.1 Principios mecánicos	53
4.3.1.2 Principios Térmicos	57
4.3.2 Principios de operación de las tecnologías utilizadas en Hidroterapia	60
4.3.2.1 Tinas de Hubbard	60
4.3.2.2 Tanques de remolino	61
4.3.3 Efectos fisiológicos de las tecnologías utilizadas en Hidroterapia	62
4.3.3.1 Efectos Mecánicos en Hidroterapia	62
4.3.3.2 Efectos Térmicos en Hidroterapia	64
4.3.4 Tiempos de terapia en Hidroterapia	65
4.3.5 Efectos secundarios en Hidroterapia en General	66
4.3.6 Aplicaciones clínicas de las tecnologías utilizadas en Hidroterapia	67
4.4 Electroterapia	68
4.4.1 Principios físicos Electroterapia	68
4.4.1.1 Efectos generales de las corrientes eléctricas en fisioterapia	68
4.4.1.2. Tipos de corrientes en Electroterapia	69
4.4.1.2.1 Corriente continua o galvánica	71
4.4.1.2.2 Corrientes variables	73
4.4.1.2.3 Corrientes de alta frecuencia	82
4.4.2 Tecnologías utilizadas en electroterapia	85
4.4.2.1 Electroestimulador	85
4.4.2.1.1 Factores que influyen en la respuesta neuromuscular en electroestimulación	87
4.4.2.1.2 Efectos fisiológicos de la electroestimulación	92
4.4.2.1.3 Efectos secundarios de la electroestimulación	94
4.4.2.1.4 Aplicaciones clínicas de la electroestimulación	95
4.4.2.2 Estimulador Nervioso eléctrico transcutáneo (TENS)	95
4.4.2.2.1 Principio de funcionamiento de los TENS	95
4.4.2.2.2 Tipos de corrientes TENS	100
4.4.2.2.3 Efectos fisiológicos TENS	102
4.4.2.2.4 Efectos secundarios TENS	103
4.4.2.2.5 Aplicaciones clínicas TENS	103
4.5 Termoterapia	104
4.5.1 Principios de funcionamiento de la Termoterapia	105
4.5.1.1 Concepto de Termoterapia	110
4.5.1.2 Medios Termoterapeúticos	111
4.5.1.3 Efectos biológicos de la termoterapia en general	113
4.5.2 Tecnologías utilizadas en Termoterapia	113
4.5.2.1 Radiación Infrarroja	113
4.5.2.1.1 Principios funcionamiento Radiación Infrarroja	113
4.5.2.1.2 Efectos fisiológicos de la Radiación Infrarroja	116

4.5.2.1.3 Dosimetria en Radiación Infrarroja	117
4.5.2.1.4 Efectos secundarios Radiación Infrarroja	119
4.5.2.1.5 Aplicaciones clínicas en Radiación Infrarroja	120
4.5.2.2 Diatermias	121
4.5.2.2.1 Principio de funcionamiento Diatermias	122
4.5.2.2.2 Efectos fisiológicos de las Diatermias	126
4.5.2.2.3 Efectos secundarios de las Diatermias	127
4.5.2.2.4 Aplicaciones clínicas de las Diatermias	127
4.5.2.3 Ultrasonido	127
4.5.2.3.1 Principio de funcionamiento del Ultrasonido	136
4.5.2.3.2 Selección de la frecuencia e intensidad en Ultrasonido	138
4.5.2.3.3 Tiempos de terapia en Ultrasonoterapia	142
4.5.2.3.4 Efectos secundarios del Ultrasonido	142
4.5.2.3.5 Aplicaciones clínicas del Ultrasonido	143
4.5.2.4 Láser	143
4.5.2.4.1 Principio de funcionamiento del Láser	144
4.5.2.4.2 Tipos de Láser	145
4.5.2.4.3 Tiempos de Terapia en Láserterapia	147
4.5.2.4.4 Efectos fisiológicos de la Láserterapia	147
4.5.2.4.5 Dosimetria en laserterapia	148
4.5.2.4.6 Efectos secundarios en Laserterapia	150
4.5.2.4.7 Aplicaciones clínicas Laserterapia	150
4.5.2.5 Tanques de Parafina	151
4.6 Mecanoterapia	152
4.6.1 Efectos secundarios en Mecanoterapia	165
4.6.2 Aplicaciones clínicas de la Mecanoterapia	165
4.7 Tecnologías Emergentes en Medicina Fisica y Rehabilitacion	165
4.7.1 Bio-retroalimentacion	166
4.7.2 La Ozonoterapia	167
4.7.3 Juguetes Inteligentes en Rehabilitacion	168
4.7.4 Comunicaciones Accesibles en Rehabilitacion	169
4.7.4.1 Tele-educacion	169
4.7.4.2 Tele-trabajo	170
4.7.5 Protesis Informaticas	171
4.7.6 Utilizacion de consola Wii en terapias de rehabilitacion	172
<b>CAPITULO V: ANALISIS DE TECNOLOGIAS PARA AMBIENTES DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION</b>	
5.1 Introducción	173
5.2 Administración de Tecnología	174
5.2.1. Programa de Administración de Tecnologías	174
5.3 Desafíos, objetivos y metas en el análisis de tecnologías	176
5.4 Métodos de valoración de las tecnologías	178
5.4.1 El Método De la Historia Natural	179
5.4.2 Método de la Aleatoriedad	179
5.4.3 Análisis Aplicado.	180
5.5 El Proceso del Análisis de Tecnologías	183

5.5.1 Pruebas y Criterios de la valoración de la tecnología	183
5.5.2 Aspectos operacionales del Análisis de la tecnología	186
5.5.2.1 Planeación de tecnologías	187
5.5.2.2 Adquisición de las tecnologías	190
5.5.2.3 Administración de la Tecnología Adquirida	192
5.6 Recomendaciones para el análisis de tecnologías	194
5.6.1 Definición de Requisitos Clínicos	194
5.6.2 Valoración de las Condiciones Ambientales	195
5.6.3 Encuesta y Estudio sobre el mercado	196
5.6.3.1 Método de Evaluación de equipos por asignación de pesos	198
5.6.4 Inspección de Entrada	201
5.7 Recomendaciones adicionales para la adquisición de equipamiento médico	203
5.8 Manual de Calidad	205
5.8.1 Introducción	205
5.8.2 Marco conceptual	205
5.8.2.1 Calidad de la atención en salud	206
5.8.2.2 Valoración de la calidad en salud	208
5.8.3. Generalidades del Manual de Calidad	209
5.8.3.1 Propósito del Manual de Calidad	209
5.8.3.2 Objetivos del Manual de Calidad	210
5.8.3.3 Consideraciones del Manual	210
<b>CAPITULO VI: GUIA DE DISEÑO PARA AMBIENTES DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN</b>	
6.1 Introducción	253
6.2 Etapas de Diseño para Ambientes de Medicina Física	253
6.2.1 Planificación	254
6.2.1.1 Estudio de la realidad	255
6.2.1.2 Desarrollo de los modelos de gestión hospitalaria	257
6.2.1.2.1 Objetivos de la Gestión Hospitalaria	258
6.2.1.2.2 Requisitos necesarios para una buena gestión hospitalaria	259
6.2.1.2.3 Evaluación de la gestión hospitalaria	261
6.2.1.3 Programa Médico Arquitectónico	262
6.2.1.4 Elaboración de Anteproyecto	263
6.2.1.5 Asesorías especializadas	264
6.2.1.6 Especificaciones técnicas para las tecnologías	264
6.2.2 Contratación de Servicios	265
6.2.2.1 Sistema Privado	265
6.2.2.2 Sistema Público	265
6.2.3 Ejecución	266
6.2.3.1 Construcción de obra	266
6.2.3.2 Adquisición de tecnologías	268
6.2.4 Puesta en funcionamiento	268
6.3 Guía de diseño para Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación	270
<b>CAPITULO VII: DISEÑO DE UN AMBIENTE DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION PROTOTIPO.</b>	
7.1 Introducción	276

7.2 Criterios de diseño para los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación	277
7.2.1 Flujos	278
7.2.2 Ubicación	281
7.2.3 Áreas y locales que conforman los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación	281
7.2.4 Criterios de Aire Acondicionado	289
7.2.5 Criterios de Iluminación	290
7.2.6 Criterios Sobre Instalaciones Vitales	294
7.2.6.1 Electricidad	294
7.2.6.2 Agua	295
7.2.7 Criterios Especiales para el uso de Diatermias	298
7.2.7.1 Instalaciones de Diatermias	298
7.2.7.2 Materiales Metálicos	299
7.2.7.3 Señalizaciones para el equipo de Diatermias	299
7.2.7.4 Accesos Restringidos	300
7.2.7.5 Exclusividad del área	300
7.2.7.6 Alimentación Eléctrica	300
7.3 Estudio sobre la situación actual de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación a nivel nacional	300
7.3.1 Hospital Nacional Dr. Juan José Fernández "Zacamil"	301
7.3.1.1 Organización	301
7.3.1.2 Funciones del servicio de Fisioterapia del Hospital Nacional Zacamil	304
7.3.1.3 Procedimientos Administrativos	307
7.3.1.4 Distribución Arquitectónica y condiciones ambientales del Hospital Zacamil	312
7.3.1.5 Flujos existentes en el Hospital Zacamil	314
7.3.1.6 Interrelaciones Existentes dentro del Hospital Nacional Zacamil	318
7.3.1.7 Tecnologías Existentes en el Hospital Nacional Zacamil	318
7.3.1.8 Carga de Trabajo en el Hospital Nacional Zacamil	319
7.3.2 Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS)	323
7.3.2.1 Organización de la Unidad	325
7.3.2.2 Funciones de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS	329
7.3.2.3 Procedimientos Administrativos	333
7.3.2.3.1 Guía de Procedimiento de Compresas Calientes	333
7.3.2.3.2 Guía de Procedimiento de Corrientes Diadinámicas	335
7.3.2.3.3 Guía de Procedimiento de Diatermia (Onda Corta)	337
7.3.2.3.4 Guía de Procedimiento de la Parafina	339
7.3.2.3.5 Guía de Procedimiento de Tracción Cervical y Lumbar	341
7.3.2.3.6 Guía de Procedimiento de Hidroterapia	343
7.3.2.3.7 Guía de Procedimiento de Mecanoterapia o Gimnasio	346
7.3.2.3.8 Guía de Procedimiento Rayos Infrarrojos	347
7.3.2.3.9 Guía de Procedimiento del Tens	349
7.3.2.3.10 Guía de Procedimiento de Ultrasonido	350
7.3.2.4 Distribución Arquitectónica de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS	352
7.3.2.5 Flujos en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS	358

7.3.2.6 Tecnologías Utilizadas en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS	364
7.3.2.7 Carga de trabajo de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS	367
7.4 Diseño de un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo	371
7.4.1 Nivel de atención del Hospital	372
7.4.2 Tipología Hospitalaria	372
7.4.3 Servicios que se interrelacionan dentro y fuera del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación	372
7.4.3.1 Interrelación Externa	372
7.4.3.2 Interrelación Interna	373
7.4.4 Determinación del numero de consultorios y cubículos por área	373
7.4.5 Determinación del numero de tecnologías dentro del ambiente Prototipo	383
7.4.6 Áreas y Locales que conformaran el ambiente	389
7.4.6.1 Distribución de espacios y Distribución arquitectónica	391
7.4.6.2 Comparación General del Ambiente de MFR Prototipo con los ambientes visitados	396
7.4.7 Instalaciones Vitales	397
7.4.7.1 Cálculo del consumo de agua para el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.	397
7.4.7.1.1 Consumo de agua para tanque de inmersión completa	397
7.4.7.1.2 Consumo de agua para tanque de remolino miembros superiores	398
7.4.7.1.3 Consumo de agua para tanque para miembros inferiores	400
7.4.8 Flujos Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Prototipo	402
7.4.8.1 Ingreso o Egreso de pacientes	402
7.4.8.2 Llegada o salida de miembros del personal (médico fisiatra, terapistas y personal administrativo)	406
7.4.8.3 Llegada o salida del personal de mantenimiento	407
7.4.8.4 Llegada o salida de insumos o instrumentación	407
7.4.9 Organización del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación Prototipo	409
7.4.10 Modelo de Gestión	411
<b>CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
8.1 Conclusiones	414
8.2 Recomendaciones	416
8.2.1 Departamento de Fisioterapia Hospital Nacional Zacamil	417
8.2.2 Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS	419
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	420
<b>GLOSARIO</b>	424
<b>ANEXOS</b>	432

## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

El avance continuo de las tecnologías medicas ha proporcionado sin duda alguna mejoras en la calidad de vida de las personas que tienen acceso a ellas, sin embargo, el grado de mejora depende no solo de un buen diagnostico de parte del médico, sino también, de la eficiencia y calidad de los equipos que se utilizan para suministrar el tratamiento, así como de la adecuada utilización de estos.

Cuando se hace mención a las palabras eficiencia y calidad en equipos médicos, se hace referencia principalmente a que este cumpla con ciertos requisitos, los cuales deben ser contemplados previo a la adquisición de las tecnologías (entiéndase para este caso tecnología como equipo medico), y ser evaluados y estudiados en el proceso denominado, "Análisis de Tecnologías", en él se abarcan todos los requerimientos necesarios para que al momento del funcionamiento del equipo, este cumpla con todas las características necesarias para brindar al paciente la terapia adecuada, así como garantizar que esta cubra con la demanda poblacional prevista a beneficiar. Entre las características a tener en cuenta para un óptimo funcionamiento están aquellas que verifican la calidad de las instalaciones en que se encontrarán las tecnologías, así como las instalaciones vitales (eléctricas e hidráulicas) necesarias para su operación.

El Análisis de tecnologías, por ser un proceso que debe ser aplicado en todos los ambientes que componen una institución de salud, debe encontrarse incluido de igual forma en los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, en donde los cambios tecnológicos han sido de gran importancia para la atención prestada a los pacientes con discapacidad, los cuales se han visto excluidos por mucho tiempo por la sociedad, la cual no ha tomado en cuenta las necesidades que muchos de estos requieren, como ejemplo modificaciones estructurales en dichas instituciones.

Este documento dará inicio con la presentación de los primeros 6 capítulos, los cuales tienen un contenido completamente teórico, en donde se exponen todos los

conceptos enmarcados dentro de la investigación, para posteriormente, finalizar con lo que constituirá la parte práctica de la investigación.

El capítulo I se denomina "Marco Referencial", y en este se exponen los objetivos de la investigación, los alcances previstos, así como las posibles limitaciones existentes dentro del estudio.

El capítulo II se denomina "Marco Conceptual", en este se exponen los diferentes conceptos que se han manejado para denominar la discapacidad, y los cuales han afectado de forma directa en el trato brindado a las personas con discapacidad; además se describen las particularidades que deben de ser tomadas en cuenta en la atención prestada a estos pacientes así como la importancia que tiene la "Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud" en el entendimiento de estos tres conceptos.

El capítulo III se denomina "Estructura organizacional del ambiente de medicina física y rehabilitación", en el se estudia su estructura organizacional junto con el funcionamiento de cada una de las áreas, locales, procedimientos existentes, así como el personal que lo compone.

El capítulo IV se denomina "Principio de funcionamiento de las tecnologías", en este se analiza los principios de funcionamiento físico, clínico y fisiológico de las tecnologías más representativas que componen las áreas de Medicina Física.

El capítulo V ha sido denominado "Análisis de Tecnologías para Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación", en el se muestran todos los factores que deben ser tomados en cuenta al momento de realizar un análisis de tecnologías. Dentro del capítulo se agrupan las características analizadas según su nivel de importancia y se proponen cuales deben de ser tomadas en cuenta al momento de la evaluación, para ello se brindan los formatos propuestos junto con sus respectivas ponderaciones para realizarlo. Se analizan las tres marcas más representativas que se distribuyen a nivel nacional y se aplican los formatos para corroborar su funcionalidad. Se continúa con

el desarrollo de un manual de calidad el cual sirve para determinar si los equipos existentes dentro del ambiente de medicina física cumplen con los criterios para ser adquirido y por último se desarrolla un catálogo de tecnologías que contiene el equipamiento y mobiliario básico para un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.

El capítulo VI se denomina "Guía de Diseño para Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación", en él se proponen los pasos que un diseñador debe seguir al momento de estructurar un ambiente de este tipo, además se toman en cuenta parámetros como son la planificación, licitación, ejecución y puesta en marcha de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

Este documento continúa con la presentación de los dos últimos capítulos, los cuales tienen un contenido práctico, en estos se expone el funcionamiento general de dos ambientes de Medicina Física y Rehabilitación junto con la creación de un ambiente prototipo, además de las conclusiones y recomendaciones generales para toda la investigación.

El capítulo VII se denomina "Creación de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo", en este se expone de manera inicial los criterios de diseño para este tipo de ambientes, mostrando para ello, todas las normativas relacionadas con la creación y puesta en marcha de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación; continúa con la visita de campo a dos instituciones de Salud Salvadoreña, en donde se contempla el funcionamiento de estos a nivel de organización, recursos humanos, tecnologías existentes, procedimientos administrativos, entre otros. El capítulo finaliza con la creación de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo, adaptado en la medida de lo posible a las particularidades existentes en los servicios salvadoreños, sin dejar de lado los criterios y normativas investigados al inicio del mismo.

Se finaliza con el capítulo VIII, en el cual se muestran las conclusiones y recomendaciones generales para toda la investigación.

## **CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL**

### **1.1 Introducción**

El Análisis de tecnologías es un estudio que esta orientado a evaluar tanto los aspectos cualitativos como cuantitativos de los dispositivos médicos, con el objeto de mejorar los procedimientos de toma de decisiones al momento de realizar la adquisición de equipamiento, y con ello asegurar que éste sea rentable, eficaz, seguro y apropiado.

Este análisis implica la evaluación de aspectos tales como: características técnicas, país de origen, empresa representante en el país, calidad de instalaciones, entre otros. La valoración de todos estos aspectos garantiza la efectividad en la adquisición así como también satisface las exigencias en cuanto a la calidad del cuidado del paciente.

Debido a ello, en este capitulo se enumeran los objetivos que dirigirán el desarrollo de una guía para un óptimo Análisis de Tecnologías con base en la realidad nacional. A su vez se establecen los alcances a desarrollar y limitaciones que se tiene previstas dentro de la evaluación.

### **1.2 Objetivos General y Específicos**

#### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar un análisis de tecnologías para uso en Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, el cual permita cualificar y cuantificar las más adecuadas en función de la realidad salvadoreña.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a)** Analizar la situación organizacional de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación dentro del contexto de Salud.
- b)** Realizar un estudio sobre los principios de funcionamiento físico, clínico y fisiológico de cada una de las tecnologías más representativas existentes en los ambientes de medicina física y rehabilitación.
- c)** Elaborar una guía para el diseño de Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación
- d)** Analizar la situación actual de al menos dos Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación a nivel nacional, verificando algunos aspectos tales como: su equipamiento, distribución arquitectónica, flujos, entre otros.
- e)** Diseñar un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo en función de la realidad nacional.
- f)** Realizar el análisis de tecnologías para las Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación en función de sus características técnicas, aplicación clínica, entre otros.
- g)** Investigar las tecnologías disponibles en el mercado nacional e internacional, tomando como base su aplicación clínica, fabricante, país de origen, vida útil, etc.
- h)** Elaborar un catalogo básico de tecnologías para Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación en función de la realidad nacional y evaluar el nivel de complejidad de cada una de estas.
- i)** Elaborar un manual de calidad para las tecnologías.

### **1.3 Alcances**

- a)** Se elaborará una guía para el diseño de Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, la cual contendrá criterios a nivel general como específico así como alternativas de diseño en función de la realidad salvadoreña.
- b)** El estudio se realizará en al menos dos Ambientes de medicina física del área metropolitana.
- c)** Se diseñará un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo con base en la realidad nacional, definiendo y aplicando para ello, los criterios necesarios para su elaboración.
- d)** Se elaborará un catálogo básico para el equipamiento de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, el cual contendrá no solo las tecnologías a tomar en cuenta, sino también el mobiliario necesario, todos ellos analizados en función de la realidad nacional.
- e)** Se elaborará un manual de calidad para equipos, usando como referencia las marcas mas utilizadas en el medio salvadoreño, y como elementos de valoración, las características más relevantes que estos cumplan, como pueden ser: características técnicas, aplicación clínica, país de fabricación, garantía, etc.
- f)** Las áreas terapéuticas que se considerarán en la investigación son al menos las siguientes: Hidroterapia, Mecanoterapia, Electroterapia, Terapia Ocupacional, y Terapia de Lenguaje.

## **1.4 Limitaciones**

- a)** Dificultad de acceso a cierta información epidemiológica de carácter privado en las instituciones de salud, las cuales puedan ser fundamentales para establecer parámetros para la selección del equipamiento y el diseño del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.
  
- b)** Dada la disponibilidad limitada de normas y protocolos para el diseño y adquisición de tecnologías, así como de guías para controles de calidad en el medio salvadoreño, será necesaria la utilización de las normas y protocolos internacionales.
  
- c)** Se brindará precios aproximados de las tecnologías propuestas, ya que estos tienden a ser datos de carácter privado en la mayoría de las empresas distribuidoras de equipamiento para Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.
  
- d)** Hay que mencionar que el termino “Tecnología” puede ser interpretado de muchas formas, pero se aclara que para esta investigación el concepto será desarrollado como se muestra en el Anexo 1, a pesar de ello es de precisar que no serán tomados todos los componentes ilustrativos que en este aparecen, como son: productos, pruebas, fabricación, comercialización, experimentación, entradas y salidas, innovaciones, patentes, mercadeo, transferencia e intercambio, simulación entre otros.

## **CAPITULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 Introducción.**

El concepto de discapacidad ha sufrido cambios en función del tiempo, los cuales han partido de ideas o conceptualizaciones, hasta llegar a las definiciones de modelos, los cuales se desarrollarán en este capítulo.

Además, se describirán las particularidades en la atención de salud, propias en los procesos de rehabilitación, como también las características particulares de los pacientes que asisten a los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

Por último se describirá la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) y como el conocimiento de esta, ayuda a que las concepciones que se tengan acerca de la discapacidad, no solo contribuyan a la buena atención brindada hacia los pacientes de parte del personal de salud, sino también, que esta atención de calidad, se vea reflejada en el diseño e implementación de ambientes acordes a las necesidades de estos pacientes.

### **2.2 Importancia de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación en la atención a pacientes con discapacidad en El Salvador.**

Se define a la Medicina Física y Rehabilitación como "el proceso continuo y coordinado, tendiente a obtener la restauración máxima de la persona discapacitada en los aspectos funcional, físico y psíquico, educacional, social, profesional y ocupacional, con el fin de reintegrarla como miembro productivo a la comunidad, así como promover las medidas que busquen prevenir la discapacidad"<sup>1</sup>.

Las estadísticas brindadas por la Organización Panamericana de la Salud indican que para el año 2000 en El Salvador, la prevalencia de discapacitados era de 8.5 por cada mil habitantes, lo que significa que si esa prevalencia se mantiene en la actualidad, y

---

<sup>1</sup> Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS),

tomando como base la población para el 2007<sup>2</sup>, que es de 7,104,999, significa que en El Salvador se estima una población de 60,392 con algún tipo de discapacidad.

Lo anterior se menciona, debido a que estos índices manifiestan de forma clara la importancia que tienen los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas con discapacidad, por ello, es necesario al momento de la concepción de los mismos, tener claro todos los factores que contribuirán de una forma u otra a que el servicio que se preste a dichas personas en estos ambientes, cumpla en su mayoría con lo expuesto en el concepto brindado por la OPS.

Dentro de los factores que se deben de tomar en cuenta es el que se refiere específicamente al concepto de "Discapacidad", el cual dice que es "Un término genérico que incluye déficit, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos de la interacción entre un individuo y sus factores contextuales"<sup>3</sup>.

Este concepto de "Discapacidad" no siempre fue definido de esta manera, ha cambiado con el paso del tiempo y se ha adaptado a las necesidades actuales; el desarrollo del mismo ha dado paso a la creación de "Modelos", los cuales son equivalentes a los diferentes conceptos sobre la discapacidad, los cuales se mencionarán a continuación:

### **2.2.1 Modelo de la Medicina Clásica, Social y de Medicina Física y Rehabilitación.**

El problema de las discapacidades, sus conceptos y análisis han ido evolucionando conforme el desarrollo histórico de la humanidad, así como lo ha hecho la ciencia y la tecnología.

---

<sup>2</sup> Según Digestic: Dirección General de Estadísticas y Censos

<sup>3</sup> Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Las actitudes e ideas sobre la discapacidad expresan la evolución de las distintas formas de concebir, denominar y atender a las discapacidades. Estas han ido cambiando desde aquellas en las que se concebía como el resultado de causas extrañas o sobrenaturales, hasta en las que se considera a la misma como un estado, producto de un conjunto de causas plenamente identificadas, de carácter natural y con posibilidad de que este sea modificado, permitiendo así a la persona con discapacidad una vida lo más normal posible.

Sin embargo y a pesar de que las concepciones sobre discapacidad buscan cada vez más dar un verdadero valor a las mismas, han prevalecido las actitudes negativas de la sociedad hacia estos, basados en conceptos erróneos.

Para explicar y entender la discapacidad, se han propuesto diferentes modelos conceptuales, teniendo la mayor relevancia: "modelo médico clásico", "modelo social" y el de "Medicina Física y Rehabilitación", los cuales se desarrollan a continuación:

#### **2.2.1.1 Modelo Medico tradicional.**

Tradicionalmente, la asistencia médica se basa en la filosofía de clasificación, es decir, lo que interesa es diagnosticar al paciente, identificarlo con un cuadro clínico determinado acorde a los signos y síntomas que presenta, y proporcionarle el tratamiento necesario para con ello eliminar las causas, o controlar los síntomas patológicos mediante la aplicación de la rehabilitación, este concepto es mayormente conocido como "modelo medico tradicional".

Este modelo se basa típicamente en el conocimiento médico y de salud. Aquí el "problema" es considerado como el individuo con discapacidad. El contexto del modelo médico es la clínica o la institución. En este, las personas asumen el papel de pacientes, esta condición puede ser de corta o larga duración que dependerá de varios factores en las que se

incluye: la condición del individuo, las políticas de apoyo a la comunidad, así como las actitudes profesionales y sociales acerca de la discapacidad. La autoridad la tienen los profesionales, esto significa que el paciente no participa de forma activa en su recuperación.

En este modelo la discapacidad queda reducida al nivel de deficiencia. La perspectiva de la persona y los factores sociales, usualmente no forman parte importante en la rehabilitación.

En 1981, la OMS realizó la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) basado en el modelo médico tradicional de salud y enfermedad, el cual toma en cuenta tres factores: etiología, patología y sintomatología, entendiéndose cada una como:

- a) **Etiología:** Parte de la medicina que tiene por objeto el estudio de las causas de las enfermedades.
- b) **Patología:** La patología es el estudio de las enfermedades en su amplio sentido, es decir, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas.
- c) **Sintomatología:** Conjunto de síntomas que caracterizan una enfermedad.

Este modelo se entiende mejor mediante la figura 2.1



**Figura 2.1:** Secuencia del modelo de medicina tradicional

Este modelo solo contiene una visión parcial del fenómeno de la discapacidad, de su enfermedad y su proceso de rehabilitación, ya que dicha concepción sólo llega a entender y estudiar el proceso patológico hasta el nivel de su manifestación física o mental, por lo que se puede

decir que la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) de 1981, solo consideró los fenómenos patológicos como un conjunto de signos y síntomas sin relación con los individuos que las padecen ni con la sociedad en las que estos viven.

En este modelo, el paciente tiene el "derecho", pero el equipo es el único que sabe lo que tiene que hacer con él, negándole cualquier tipo de participación en su propio proceso de rehabilitación.

#### **2.2.1.2 Modelo Social.**

El modelo social se basa en los conocimientos provenientes de la experiencia, las opiniones y las prácticas de las personas con discapacidad. Este ubica el problema dentro de la sociedad, en vez de dentro del individuo. Además la discapacidad se concibe más como una diferencia existente, como resultado de la discriminación en las políticas, prácticas, investigaciones así como en la educación, es decir, La discapacidad no es una condición de la persona, sino un conjunto de condiciones, muchas de las cuales son creadas por la sociedad.

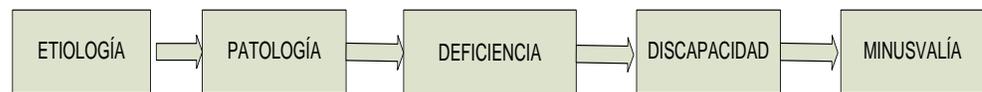
Por lo tanto, el manejo del problema requiere la actuación social y es responsabilidad de la misma hacer las modificaciones ambientales necesarias para la participación de las personas con discapacidad en todas las áreas de la vida social.

El problema entonces radica, en el control de las actitudes y de las ideas, es decir que requiere cambios sociales, los cuales deben de transformarse en cambios políticos en cuanto el tema de sus derechos humanos; por ello en este modelo los individuos asumen múltiples roles, principalmente el papel de defensores de dichos derechos. Además se hace énfasis en la importancia de la participación plena de las personas con discapacidad en todos los ámbitos, es decir: en la educación, en lo laboral y en lo social.

### 2.2.1.3 Modelo de Medicina Física y Rehabilitación

Como se ha mencionado anteriormente, en 1981 la OMS realizó la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE) basado en el modelo médico tradicional de salud y enfermedad, en esa ocasión de igual forma se aportó una nueva concepción y definición referente al modelo de Rehabilitación. Esta se representa por la figura 2.2. la cual posee 3 factores que lo diferencian del modelo tradicional, estos factores son:

- a) **Deficiencia:** toda pérdida o anormalidad, permanente o temporal, de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica. Incluye la existencia o aparición de una anomalía, defecto o pérdida de una extremidad, órgano o estructura corporal, o un defecto en un sistema funcional o mecanismo del cuerpo.
- b) **Discapacidad:** toda restricción o ausencia debida a una deficiencia, de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen considerado normal para el ser humano.
- c) **Minusvalía:** es la situación desventajosa en que se encuentra una persona determinada, como consecuencia de una deficiencia o discapacidad que limita, o impide, el cumplimiento de una función que es normal para esa persona, según la edad, sexo y los factores sociales y culturales.



**Figura 2.2:** Secuencia del modelo de Rehabilitación

En un primer momento, esta clasificación quedó sistematizada en la “Internacional Clasification of Impairment, Disability and Handicap” (ICDH) para, posteriormente, en mayo de 2001, promulgarse la Clasificación Internacional de Funcionamiento de la Discapacidad y de la

Salud (CIF) como patrón y medidor de la función, actividad y participación de la persona con discapacidad.

Así, el modelo ofrecido por la Medicina Física y Rehabilitación difiere del modelo médico tradicional ya que ofrece un enfoque basado en las "consecuencias" de la enfermedad y su impacto no sólo sobre la cantidad, sino también sobre la calidad de vida de la persona.

Por lo antes mencionado, se puede decir que la CIF está basada en la integración de los dos modelos analizados, es decir, el tradicional y el social. Esta utiliza un enfoque "biopsicosocial", con el fin de conseguir la integración de las diferentes dimensiones de la discapacidad. Por lo tanto, la CIF intenta lograr una síntesis que ofrezca una visión coherente de las diferentes dimensiones de la salud desde una perspectiva biológica, individual y social.

El estudio de todos los modelos de percepción de la discapacidad es de vital importancia, ya que el concepto que se tenga acerca de la misma puede determinar la actitud que todos, incluyendo el del personal de salud. Dicho estudio no solo determinará las actitudes, sino también, los mecanismos que pueden ser utilizados para mejorar la calidad de vida de los discapacitados, como pueden ser los criterios de diseño de las instalaciones públicas, así como los criterios para crear los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación junto con su puesta en marcha, dentro de la cual se analizan las tecnologías que deben de poseer dichos ambientes.

### **2.3 Particularidades de la atención en rehabilitación**

El enfoque de particularidades, está orientado hacia las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta al momento de prestar servicios de salud a las personas con discapacidad, para ello hay que tener en cuenta el tipo de discapacidades que se atenderán, edad y sexo del paciente que recibe los servicios, accesibilidad a los

centros de salud, así como la forma en que deben de ser tratados dichos pacientes. Por tanto se podría decir que las consideraciones que deben ser tomadas son: características de los pacientes, accesibilidad de los servicios en general y atención óptima e igualitaria para los pacientes con discapacidad. A continuación se explica cada una de ellas:

### **2.3.1 Características de los pacientes**

Estas son personas de todas las edades, desde niños hasta adultos mayores. Según los resultados de una encuesta realizada en conjunto por la OMS-GTZ-UDB, en el año 2000, las discapacidades más frecuentes que son:

- a)** Visión disminuida, 41.99 %.
- b)** Problemas de movilidad como caminar/subir//estar de pie, 31.18 %.
- c)** Problemas para agarrar/levantar y cargar cosas, 15.50 %.
- d)** Disminución de la agudeza auditiva, 15.25 %.
- e)** Problemas para hablar, 11.92 %.
- f)** Retardo mental, 9.44 %.
- g)** Epilepsia, 6.90 %.
- h)** No habla, 6.21 %.
- i)** Síndrome de Down e la Hidrocefalia, 5.77 %.
- j)** Ceguera total que incluye pérdida de la visión de uno o de ambos ojos, 4.92%
- k)** Las amputaciones de miembro superior 4.05 %.
- l)** Las amputaciones de miembro inferior 3.44 %.

Estos datos sirven de base para tener una idea de las características de las discapacidades mayormente existentes en los centros de atención.

### **2.3.2 Accesibilidad de los servicios en general**

La accesibilidad entendida en sentido amplio y el diseño no excluyente, son criterios que deben considerarse al momento de concebir, planificar y poner en funcionamiento instalaciones, áreas, servicios y prestaciones. La planificación

en términos de accesibilidad global no ha de ser entendida como un gasto sino como una inversión que humaniza y hace más grato el ámbito de salud, al tiempo que permite no sólo atender a las personas que presentan alguna diferencia, sino mejorar la atención hacia todos los usuarios. En este ámbito de accesibilidad, por ejemplo, las personas sordas padecen especiales problemas, ya que la mayoría del personal de salud desconoce su lenguaje; Por ello será necesario avanzar en el conocimiento de la lengua de signos por parte de médicos, enfermeras y todo el personal que de una forma u otra presta su servicio a los pacientes en general. Además será necesaria la extensión de servicios de intérpretes en los establecimientos de salud, así como llevar a cabo otras medidas de carácter técnico que faciliten la comunicación y la información.

### **2.3.3 Atención óptima e igualitaria para los pacientes con Discapacidad**

El personal de salud debe de conocer directamente la realidad de las personas con discapacidad y de sus distintas características, para que el servicio que reciban sea prestado en condiciones óptimas. La discapacidad ha de formar parte de los planes de estudio de los profesionales en salud, tanto en su etapa de formación como posteriormente en la fase de formación continuada. Las personas con discapacidad deben ser tratadas con naturalidad y normalidad, pues la discapacidad que ellos presentan debe de ser vista como una patología más, así como mantener claro que son usuarios del sistema de salud como todos los demás.

## **2.4 Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF, OMS, 2000).**

El objetivo principal de la clasificación CIF, es proporcionar un lenguaje unificado y estandarizado que sirva como punto de referencia para la descripción de la salud y los estados relacionados con la salud, esto permitirá que al momento del diseño de ambientes como los de Medicina Física y Rehabilitación se tenga en cuenta

consideraciones de importancia como son: características de los pacientes, accesibilidad de los servicios en general y atención óptima e igualitaria para los pacientes con discapacidad; los cuales eran factores que anteriormente no se tomaban en cuenta, ya que el concepto que se manejaba sobre "discapacidad" dejaba de lado la contribución que como sociedad se debe de realizar para mejorar la calidad de vida de estos; de ahí la importancia del tema, pues una buena conceptualización contribuye de forma directa a una atención de calidad en todos los ámbitos, entre los que se incluye el diseño de ambientes con enfoque universal y el análisis de tecnologías para las nuevas áreas que deben de existir, y que contribuyen a la mas rápida incorporación de la persona en una sociedad productiva.

#### **2.4.1 Antecedentes**

En 1980, la Organización Mundial de la Salud, publicó la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM) con carácter experimental. Posteriormente con los avances en la investigación, en las décadas de los ochenta y principios de los noventa, se realizó una revisión profunda sobre la CIDDM, cuyo resultado fue la creación de la nueva clasificación, denominada CIDDM-2 o CIF

#### **2.4.2 Objetivos de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud CIF**

La CIF es una clasificación diseñada con un propósito múltiple para ser utilizada en varias disciplinas y diferentes sectores. Sus objetivos específicos son:

- a)** Proporcionar una base científica para el estudio y la comprensión de la salud y los estados relacionados con ella, los resultados y los determinantes.
- b)** Establecer un lenguaje común para describir la salud y los estados relacionados con ella, para mejorar la comunicación entre distintos

usuarios como profesionales de la salud, investigadores, diseñadores de políticas y la población general, incluyendo a las personas con discapacidades.

- c) Permitir la comparación de datos entre países, entre disciplinas sanitarias, entre los servicios, y en diferentes momentos a lo largo del tiempo.
- d) Proporcionar un esquema de codificación sistematizado para ser aplicado en los sistemas de información sanitaria.
- e) Estos objetivos están relacionados entre sí, debido a que el uso de la CIF requiere la construcción de un sistema relevante o leyes que puedan aplicarse en distintos ámbitos.

### 2.4.3 Estructura

La estructura de la CIF se visualiza en la figura 2.3.1, esta estructura posee una variedad de términos, como son:

- a) Clasificación
- b) Partes
- c) Componentes
- d) Constructor/ calificador
- e) Dominios
- f) Categorías
- g) Niveles

Sus conceptos se explican a continuación:

- a) **Clasificación** es el todo, el universo y estructura global de la CIF. En un orden jerárquico, éste es el término de máximo nivel.
- b) **Partes** de la clasificación son sus dos grandes subdivisiones:
  - i. La Parte 1 se ocupa del Funcionamiento y Discapacidad
  - ii. La Parte 2 se ocupa de Factores Contextuales

**c) Componentes** son cada una de las dos subdivisiones principales de las Partes:

Los componentes de la Parte 1 son:

- i. Funciones y Estructuras Corporales
- ii. Actividades y Participación

Los componentes de la Parte 2 son:

- i. Factores Ambientales
- ii. Factores Personales

**d) Constructos** son el conjunto de calificadores empleados para describir o modificar cada uno de los componentes de la CIF. Hay cuatro "constructos" para la Parte 1 y uno para la Parte 2.

Los "constructos" de la Parte 1 son:

- i. Cambio en funciones corporales
- ii. Cambio en estructuras corporales
- iii. Capacidad
- iv. Desempeño/Realización

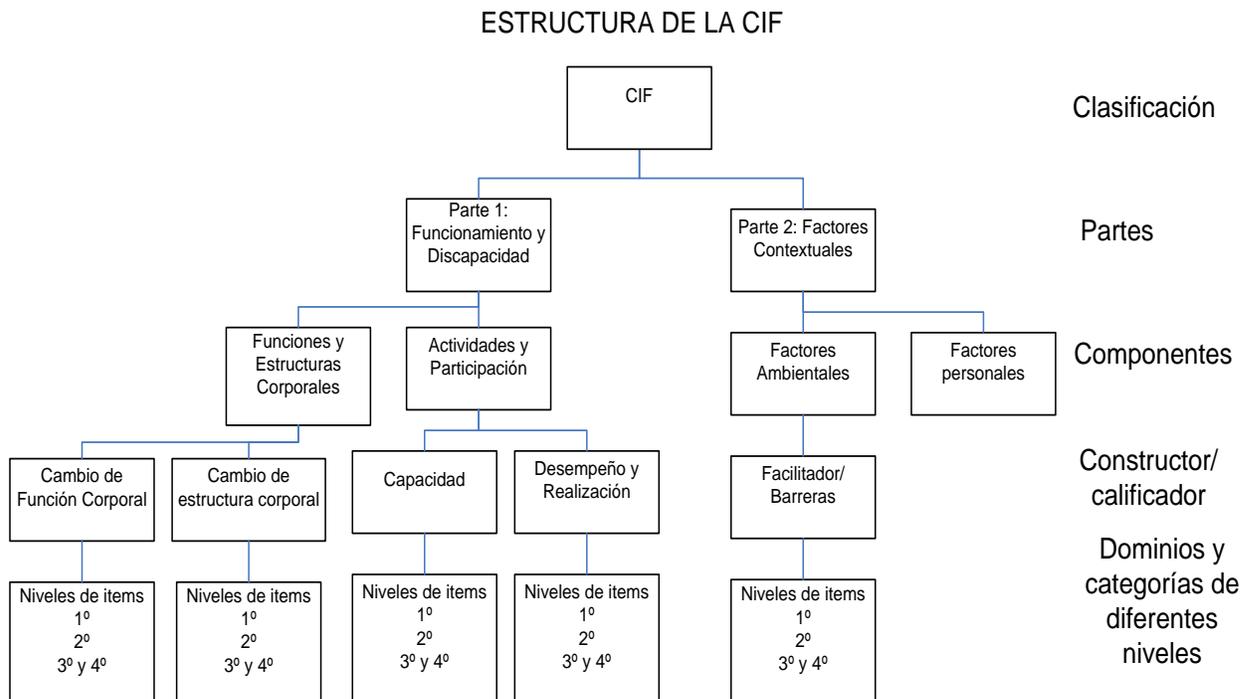
El "constructo" de la Parte 2 es:

- i. Facilitadores o barreras en Factores Ambientales

**e) Dominios** son un conjunto práctico y lógico de funciones fisiológicas, estructuras anatómicas, acciones, tareas, o áreas de la vida. Los dominios constituyen los distintos capítulos y bloques en cada componente.

**f) Categorías** son clases y subclases dentro del dominio de un componente.

**g) Niveles** constituyen el orden jerárquico proporcionando indicaciones hasta el nivel de detalle de las categorías. EL primer nivel incluye los ítems del segundo nivel y así sucesivamente.



**Figura 2.3.1:** Estructura de CIF

#### 2.4.4 Aplicaciones de la CIF

Entre las principales, se mencionan:

- a)** Como herramienta **estadística**: en la recolección y registro de datos.
- b)** Como herramienta de **investigación**: para medir resultados, calidad de vida o factores ambientales.
- c)** Como herramienta **clínica**: en la valoración de necesidades, para estandarizar tratamientos con condiciones específicas de salud, en la rehabilitación y en la evaluación de resultados.

- d) Como herramienta de **política social**: en la planificación de sistemas de seguridad social, sistemas de compensación, y para diseñar e implementar políticas.
- e) Como herramienta **educativa**: en el “programa de estudios” de las disciplinas relacionadas, y para aumentar la reflexión y la toma de conciencia de la sociedad y para poner en marcha actividades sociales.

#### **2.4.5 Definiciones principales alcanzadas en la CIF 2000**

En este apartado se muestra las definiciones principales para la descripción de la salud y los estados relacionados con la salud, a los cuales se llegó para la CIF 2000, estas son básicamente las principales:

- a) **Estado de salud y dominios de salud**: es el nivel de funcionamiento dentro de un determinado “dominio de salud” de la CIF. Los dominios de salud indican áreas de la vida que se incluyen en el concepto de “salud”. Como aquellas que cuando se definen los objetivos de los sistemas de salud, se consideran como su responsabilidad prioritaria.
- b) **Estado relacionado con la salud y dominios relacionados con la salud**: es el nivel de funcionamiento dentro de un determinado “dominio relacionado con la salud” de la CIF. Estos dominios indican áreas de funcionamiento que, aún teniendo una relación importante con una condición de salud, no se incluyen dentro de las responsabilidades prioritarias de los sistemas de salud.
- c) **Condición de salud**: es un término genérico que incluye enfermedad (aguda o crónica), trastorno, traumatismo y lesión.
- d) **Funcionamiento**: es un término genérico que incluye funciones corporales, estructuras corporales, actividades y participación. Indica los aspectos positivos de la interacción entre un individuo con una condición de salud y sus factores contextuales (factores ambientales y personales).
- e) **Discapacidad**: es un término genérico que incluye déficit, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos

de la interacción entre un individuo con una condición de salud y sus factores contextuales.

- f) Funciones corporales:** son las funciones fisiológicas de los sistemas corporales, incluyendo las psicológicas. Con "cuerpo" nos referimos al organismo humano como un todo, y por tanto se incluye la mente en la definición. El estándar empleado para valorar estas funciones es lo que consideramos la norma estadística para los seres humanos.
- g) Estructuras corporales:** son las partes anatómicas o estructurales del cuerpo como órganos o miembros y sus componentes clasificados en relación con los sistemas corporales. El estándar empleado para valorar estas estructuras es lo que consideramos la norma estadística para los seres humanos.
- h) Deficiencia:** es la anormalidad o pérdida de una estructura corporal o de una función fisiológica. Las funciones fisiológicas incluyen las funciones mentales. Con "anormalidad" se hace referencia, estrictamente a una desviación significativa respecto a la norma estadística establecida y sólo debe usarse en este sentido.
- i) Actividad:** es la realización de una tarea o acción por una persona. Representa la perspectiva del individuo respecto al funcionamiento.
- j) Limitaciones en la actividad:** "son las dificultades" que un individuo puede tener para realizar actividades. Una limitación abarca desde una desviación leve hasta una grave en términos de cantidad o calidad, comparándola con la manera, extensión o intensidad en que se espera que la realizaría una persona sin esa condición de salud.
- k) Participación:** es la implicación de la persona en una situación vital. Representa la perspectiva de la sociedad respecto al funcionamiento.
- l) Restricciones en la participación:** son los problemas que puede experimentar un individuo para implicarse en situaciones vitales. La presencia de una restricción en la participación viene determinada por la

comparación de la participación de esa persona con la participación esperable de una persona sin discapacidad en esa cultura o sociedad.

- m) Factores contextuales:** son los factores que constituyen, conjuntamente, el contexto completo de la vida de un individuo, y en concreto el trasfondo sobre el que se clasifican los estados de salud en la CIF. Los factores contextuales tiene dos componentes: Factores ambientales y Factores personales.
- n) Factores ambientales:** constituyen un componente de la CIF y se refieren a todos los aspectos del mundo extrínseco o externo que forma el contexto de la vida de un individuo y como tal afecta el funcionamiento de la persona. Los factores ambientales incluyen al mundo físico natural con todas sus características, el mundo físico creado por el hombre, las demás personas con las que se establecen o asumen diferentes relaciones o papeles, las actitudes y valores, los servicios y sistemas sociales y políticos, y las reglas y leyes.
- o) Facilitadores:** son todos aquellos factores en el entorno de una persona que desde que nace se encuentran presentes o ausentes, mejoran el funcionamiento y reducen la discapacidad. Entre ellos se incluyen aspectos tales como, que el ambiente físico sea accesible, la disponibilidad de tecnología asistencial adecuada, las actitudes positivas de la población respecto a la discapacidad. También la ausencia de un factor puede ser un facilitador, por ejemplo la ausencia de estigma o actitudes negativas entre la población. Los facilitadores pueden prevenir que un déficit o limitación en la actividad se convierta en una restricción en la participación, puesto que contribuyen a mejorar el rendimiento real al llevar a cabo una acción con independencia del problema que tenga la persona respecto a la capacidad para llevar a cabo dicha acción.
- p) Barreras:** son todos aquellos factores en el entorno de una persona que, cuando están presentes o ausentes, limitan el funcionamiento y generan discapacidad. Entre ellos se incluyen aspectos tales como que el ambiente

físico sea inaccesible, falta de tecnología asistencial adecuada, actitudes negativas de la población respecto a la discapacidad y también los servicios, sistemas y políticas que bien, no existen o dificultan la participación de las personas con una condición de salud en todas las áreas de la vida.

- q) **Capacidad:** es un "constructo" que indica, como calificador, el máximo nivel posible de funcionamiento que puede alcanzar una persona en un momento dado. La capacidad se mide en un contexto/entorno uniforme o normalizado, y por ello, refleja la habilidad del individuo ajustada en función del ambiente.
- r) **Desempeño/realización:** es un "constructo" que describe, como calificador, lo que los individuos hacen en su ambiente/entorno real, y de esta forma, conlleva el aspecto de la participación de la persona en situaciones vitales.

## **CAPITULO III. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL AMBIENTE DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACIÓN.**

### **3.1 Introducción**

La medicina física y rehabilitación, conocida también como fisiatría y como fisioterapia, es una especialidad médica que se ocupa de la restauración, mediante la ocupación de medios físicos, de las capacidades perdidas a causa de una enfermedad, trastorno o lesión, afecciones vasculares, de la piel, neuromusculoesqueleticas, etc.

Debido a su importancia dentro de cualquier institución de salud, es necesario conocer su organización, procedimientos dentro del ambiente, la estructura organizacional del servicio, las áreas y locales que lo componen, así como el personal necesario para su funcionamiento, este y otros temas serán analizados en este capítulo.

### **3.2 Organización**

Los Ambientes<sup>4</sup> de Medicina Física y Rehabilitación, por brindar un servicio a pacientes con características particulares, suelen ser servicios que se encuentran sin una interrelación directa con otras especialidades, a pesar de ello, en cuanto a su organización, se denota, que al igual que en otros servicios, su estructura y complejidad dependerá de la cantidad de población a atender.

El ambiente de Medicina Física y Rehabilitación es un servicio que emplea medios físicos, psicológicos, profesionales y sociales para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con enfermedades, lesiones o deficiencias de los sistemas músculo-esqueléticos y vasculares, las cuales le provocan invalidez física; estos ambientes tienen por objeto la recuperación física, anímica, psicológica y social del paciente.

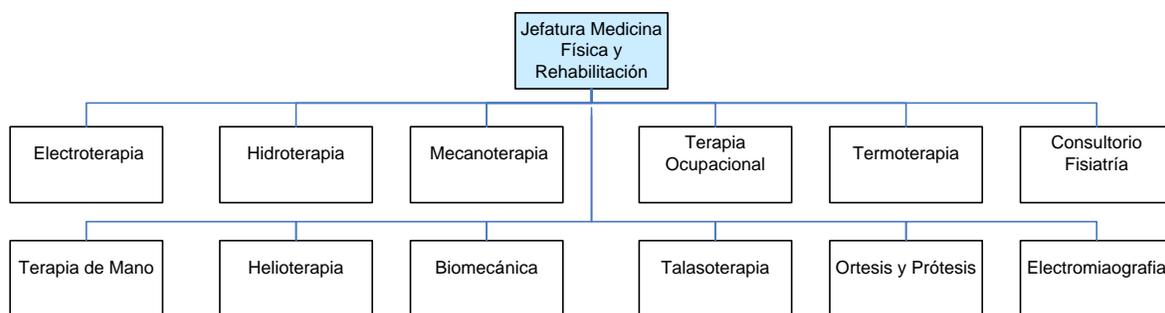
Las especialidades o áreas de los ambientes de medicina física y rehabilitación pueden variar de forma considerable entre un servicio y otro debido a las

---

<sup>4</sup> En el estudio se utiliza como sinónimo de ambiente: unidad y servicio

características epidemiológicas de la población a atender. Es decir, este es el factor principal que determinará cuales conformarán el ambiente. Por este motivo se realizó un estudio previo sobre las áreas que mayormente los integran a nivel latinoamericano, estas son: electroterapia, mecanoterapia, hidroterapia, termoterapia, terapia ocupacional, terapia de lenguaje y consultorio de fisioterapia. Estas podrían ser consideradas dentro de las áreas mínimas de funcionamiento, pero como se ha hecho mención, hay que tener siempre en mente las particularidades poblacionales.

Hay ciertas áreas que a pesar de no encontrarse dentro del contexto organizacional mayormente visto en estos ambientes, su incorporación dentro de estos, logra el objetivo de complementarlos y mejorar consigo la atención brindada al paciente. Entre ellas se encuentran: Ortesis y Prótesis, Biomecánica, Electromiografía, Helioterapia y Talasoterapia. En la figura 3.1 se muestra un organigrama general con las áreas que mayormente componen dichos ambientes, junto con las áreas complementarias. Las funciones de cada una de estas serán mencionadas más adelante.



**Figura 3.1:** Organización General Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación

### **3.3 Estructura funcional de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.**

Es importante conocer la estructura funcional de un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, ya que ello permite tener una idea de cómo se desempeña un servicio de este tipo; Como se mencionó anteriormente, la estructura organizacional de estos

ambientes puede variar según el la población que atienda y las especialidades a tratar, estas especialidades son equivalentes a las áreas que contendrá el servicio.

En la actualidad la mayoría de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, se encuentran ubicados dentro de Establecimientos de Salud, esto se menciona por la existencia de ambientes de carácter autónomo, es decir están localizados fuera de los Hospitales, convirtiéndose en su mayoría en Unidades especializadas de Medicina Física.

Para el caso de los Ambientes que se encuentran dentro de los Centros de Salud, la estructura organizacional variará, según el nivel de atención del Hospital, y este nivel de atención esta directamente relacionado con la cantidad de camas que posea la Institución.

A continuación se detalla los tipos de ambientes de Medicina Física y Rehabilitación que pueden existir a partir del nivel de atención (tomando en cuenta la cantidad de camas), según el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), la cual es una entidad mexicana que busca promover y difundir la adecuada selección y uso de las tecnologías para la salud en México, la división que proponen y que en la mayoría de ambientes de Medicina Física y Rehabilitación de Latinoamérica impera es:

- a) Unidades de Fisioterapia**
- b) Servicios de Medicina Física y Rehabilitación**
- c) Unidades de Medicina Física y Rehabilitación**

**a) Unidades de Fisioterapia:** Estas unidades constituyen el primer nivel de atención en servicios de medicina física y rehabilitación, están ubicados en hospitales de hasta 34 camas y son la base del sistema de atención a personas con discapacidad. Los servicios que mayormente prestan son: promoción de la salud (charlas de sensibilización sobre la discapacidad), prevención de la discapacidad (detección de procesos discapacitantes, por ejemplo, problemas

auditivos y defectos posturales), rehabilitación simple con participación de la familia, atención de referencia y contrarreferencia (canalización de personas a otros niveles de atención para su diagnóstico y/o tratamiento).

#### **b) Servicios de Medicina Física y Rehabilitación**

Constituyen el segundo nivel de atención en la materia, así como la parte intermedia del sistema nacional de los servicios de atención a personas con discapacidad. Están ubicados en hospitales de 35-72 camas y sus acciones se orientan a prevenir la discapacidad y a brindar rehabilitación integral (Terapia física, psicológica, de lenguaje y ocupacional).

#### **c) Unidades de Medicina Física y Rehabilitación**

Estas unidades constituyen el tercer nivel de atención en servicios de rehabilitación, y constituyen el nivel de referencia regional o nacional de atención a personas con discapacidad. Están ubicados en hospitales de 144-216 camas, en estos se previene la discapacidad, se da rehabilitación integral y educación especial (Estimulación Múltiple Temprana, Escuela para Padres, Integración Escolar, entre otras)

Esta clasificación de igual manera puede ser aplicada para los centros de medicina física y rehabilitación autónomos, y a pesar de que no se toma en cuenta como parámetro de clasificación el número de camas, si se utiliza el criterio de población a ser atendida o beneficiada.

#### **3.3.1 Funciones de las áreas de Medicina Física y Rehabilitación.**

Un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación para funcionar de forma adecuada y con calidad, requiere que dentro de él, existan ciertas áreas y locales básicos que van relacionados directamente con el nivel de atención del ambiente, no importando si estos se encuentran dentro de un hospital o que si estos son de carácter autónomo. En ambos casos los índices poblacionales y epidemiológicos determinan la capacidad de estos.

Las funciones y descripción de las áreas básicas y complementarias, así como los locales que componen el ambiente, se mencionan a continuación:

Áreas Básicas:

- a)** Area de electroterapia
- b)** Area de hidroterapia
- c)** Area de mecanoterapia
- d)** Area de termoterapia
- e)** Area de terapia ocupacional
- f)** Area de terapia del lenguaje
- g)** Consultorio de fisiatría

Dentro de Servicios Generales se tiene:

- a)** Sala de espera
- b)** Area de camillas y sillas de ruedas
- c)** Area de almacenaje
- d)** Estación de Terapeutas
- e)** Area de vestidores y sanitarios para pacientes
- f)** Area de Vestidores y sanitarios de personal
- g)** Cuarto de aseo
- h)** Cuarto séptico
- i)** Local de mantenimiento y repuestos
- j)** Alberca Terapéutica
- k)** Canales de marcha

Áreas complementarias:

- a)** Area de Ortesis y Prótesis
- b)** Area de Biomecánica
- c)** Area de Electromiografía

- d) Helioterapia
- e) Talasoterapia

**a) Electroterapia:**

Esta es un área destinada a tratar a pacientes con disfunciones relacionadas con: Hipotrofia, contracturas de diferentes etiologías, dolor ya sea químico (producto de desordenes metabólicos, por ejemplo ph elevado) o mecánico, lesiones de nervios, desgarros tisulares, entre otras. Mediante su uso se logra una potenciación muscular (en el caso de hipotrofia), relajación muscular (en contracturas) y alivio del dolor del paciente (para todos los tipos de dolor).

La electroterapia consiste en la utilización de corrientes eléctricas aplicadas al paciente con fines terapéuticos a través de electrodos. La corriente pasa de un electrodo a otro estimulando fibras nerviosas y originando efectos analgésicos, relajantes, estimulantes y espasmolíticos.

**b) Hidroterapia:**

El uso de hidroterapia se da mayormente cuando el paciente no se puede mover debido a una enfermedad, o ha perdido un músculo por algún padecimiento, ayuda a mejorar la condición física, la coordinación músculo esquelética, contribuye a disminuir el dolor de pacientes con problemas de espalda y cuello, así como a pacientes recién operados, con lesiones deportivas, entre otras muchas enfermedades y padecimientos. Los efectos generados por la hidroterapia son el aumento de la microcirculación, reducción de la percepción del dolor, reducción de la inflamación y aceleración en procesos de cura en los tejidos.

La hidroterapia trata a los pacientes utilizando tratamientos a base de agua, ya sea fría o caliente, dependiendo del tratamiento. El agua fría, ocasiona que los vasos sanguíneos se contraigan, por lo que disminuye el flujo de sangre a los músculos y a la piel, aumentando la circulación de los órganos del cuerpo

humano. El agua caliente ayuda a que la temperatura del cuerpo aumente, por lo que los vasos sanguíneos se dilatan, mejorando la circulación de la sangre a los músculos y a la piel.

#### **i. Local para piscina terapéutica:**

Este local, pertenece de manera directa al área de Hidroterapia, en esta se trata a pacientes con patologías que afecten al aparato locomotor, como son: espasmos musculares, edemas, lesiones lumbares, entre otras.

En este local la piscina se encuentra especialmente acondicionada, desde el punto de vista de temperatura y entorno físico y con ello aprovechar el poder de flotabilidad y disminución de la gravedad que confiere el agua para acelerar procesos de rehabilitación, además esta terapia acuática ayuda a fortalecer los músculos en una postura funcional-erguida, sobre todo dentro de la zona del tronco. El hecho de realizar ejercicios locomotores básicos (es decir, andar y correr) utilizando la resistencia del agua mejora la funcionalidad, ya que el cuerpo se estabiliza a sí mismo contra esa resistencia. Así, la auténtica ventaja del ejercicio en piscinas terapéuticas radica en su capacidad de ofrecer resistencia específica en una postura funcional erecta.

#### **ii. Canales de Marcha:**

Este es un local que pertenece de igual forma al área de Hidroterapia, estos canales de marcha, tratan a pacientes con patologías que ya han sido mencionadas y se utilizan para ejercitar los músculos de las extremidades en la acción de caminar. Estos poseen poca profundidad y sirven para ejercicio de los pies con las siguientes variantes: uno tiene agua caliente y el otro cuenta con arena seca y otro con arena mojada.

#### **c) Mecanoterapia:**

En esta área se trata a pacientes que desean recuperar su funcionalidad motriz, así como habilidades manuales, fuerza muscular, coordinación, etc. Para ello se

dispone de una sala equipada tipo gimnasio, en la cual se realizan ejercicios personalizados para aliviar la variedad de patologías.

La mecanoterapia es la utilización terapéutica de aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud.

#### **d) Termoterapia:**

En esta área se trata a pacientes que presenten enfermedades como: rigidez articular relacionado a fracturas, debilidad o rigidez por lesiones de nervios, tejido cicatrizal que limita los movimientos, tortícolis, esguinces lumbares y muchos más padecimientos.

Esta área puede ser utilizada para aliviar una variedad de afecciones y sus efectos principales son: antiinflamatorio, analgésico, aunque la intensidad de la analgesia dependerá del grado de la temperatura, el tiempo de aplicación y de las condiciones del paciente; antiespasmódico, actúa sobre los espasmos y las contracturas musculares, tanto esqueléticos como vísceras, y por ultimo cauterizante.

La termoterapia es la aplicación con fines terapéuticos de calor y frío sobre el paciente por medio de un agente térmico, por encima o por debajo de los niveles fisiológicos. El medio terapéutico es el calor o el frío, que se propaga desde el agente térmico hasta el paciente.

#### **e) Terapia Ocupacional:**

En esta sección se brinda atención a pacientes mediante diversas técnicas que buscan el desarrollo e incremento de sus habilidades disminuidas o perdidas a consecuencia de una patología. Entre estas técnicas se encuentran aquellas que le permiten un reentrenamiento para el aseo propio, así como para vestirse y alimentarse, entre otras actividades que les permiten llevar una vida mucho más independiente.

Esta área incorpora instalaciones similares a las de una casa con accesorios especiales para personas con discapacidad física, como pueden ser barandales o rampas, muebles de baño o muebles de cocina, entre otros a una altura especial.

**f) Terapia de Lenguaje:**

En esta área se trata a niños y adultos con problemas de audición, voz y habla, así como pacientes con retraso, dificultad en la adquisición del lenguaje y habilidades de comunicación, proporcionándoles con ellos un manejo terapéutico integral.

**g) Consultorio de fisioterapia:**

Es el lugar donde el medico fisiatra o el de medicina física y rehabilitación (por ser la profesión nueva, en muchos centros de medicina física y rehabilitación, el medico fisiatra ocupa el rol principal dentro del ambiente), examina y diagnostica a los pacientes que acuden por primera vez y da seguimiento durante el tratamiento.

La función de las áreas y locales que se encuentran dentro de servicios generales son:

**a) Sala de espera:**

En esta se recibirán a todos los pacientes, ya sea de consulta externa y hospitalización, se llevará el control de los expedientes para cada uno de los casos y se llenará la hoja de vida si la persona pasa por primera vez. También se orientará al usuario sobre las actividades que deberá realizar después de haber pasado por el consultorio para su evaluación inicial, sobre las prescripciones recibidas por el terapeuta, nuevas citas, entre otros.

**b) Area de camillas y sillas de ruedas:**

Es un lugar abierto, en el cual se podrán estacionar sillas de ruedas o camillas, tanto para pacientes externos como internos, los cuales esperan a ser atendidos en su tratamiento.

**c) Area de Almacenaje:**

En esta se almacena todo el material gastable que será utilizado para realizar los tratamientos de las diferentes áreas que componen el ambiente de Medicina Física, a su vez podrá servir para guardar equipamiento así como los accesorios de los mismos.

**d) Estación de Terapeutas:**

Este local funciona como lugar de descanso para terapeutas, para que estos puedan reposar entre un tratamiento y otro, este lugar les permitirá a su vez tomar sus alimentos.

**e) Area de Vestidores y sanitarios para pacientes:**

Estos servirán para que los pacientes, cambien su ropa. Dentro de esta área se ubicarán sanitarios adaptados para poder ser utilizados por personas con discapacidad, para mayor comodidad de los pacientes.

**f) Vestidores y sanitario de personal:**

Servirán para todo el personal dentro del ambiente, permitiéndoles realizar sus cambios de ropa, así como guardar objetos personales durante el turno de trabajo, además contará con sus respectivos sanitarios.

**g) Cuarto de aseo:**

Este sirve básicamente para guardar toda la indumentaria necesaria para mantener en buen estado las instalaciones, entiéndase como buen estado, lo que se refiere a limpieza de todas las áreas y locales que componen el ambiente.

**h) Cuarto Séptico:**

Sirve para depositar la ropa, sábanas y toallas usadas para los tratamientos, así como todos los desechos producidos por el servicio.

**i) Local de mantenimiento y repuestos:**

Este servirá para guardar repuestos y accesorios de los equipos utilizados dentro del servicio, además funcionará para realizar reparaciones sencillas o bien para otros procesos de mantenimiento. Hay que aclarar que se podría dar mantenimiento preventivo y correctivo en este local, siempre y cuando el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación sea de carácter autónomo, de lo contrario, su presencia dentro del ambiente no es necesaria, ya que el área de mantenimiento del Hospital sería el encargado de prestar dicho servicio.

Como se hizo mención, hay ciertas áreas que también pueden conformar un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, pero su existencia dentro de estos tiende a ser opcional, las funciones de estas son:

**a) Area de Ortesis y Prótesis**

En esta área trata a pacientes que han perdido sus extremidades (Prótesis), así como a pacientes que desean corregir posturas anormales (Órtesis). Para el caso de las prótesis, estos son dispositivos ortopédicos destinados a reemplazar la parte ausente del cuerpo con fin funcional y estético, para el caso de órtesis, estos son elementos que sirven para poder corregir posturas inadecuadas. En esta área los mecanismos para poder ayudar a los pacientes son muy variados y pueden poseer un alto grado de complejidad dependiendo de los recursos con que cuenta no solo el paciente, sino también la institución en que se encuentra.

**b) Area de Biomecánica**

La Biomecánica es un área que trata a pacientes con patologías relacionadas con: problemas en los ejes, dolor en tendón de Aquiles, periostitis, bursitis plantar,

dolores articulares, lesiones producidas por choque, fatiga, disminución del rendimiento deportivo, entre otras.

La Biomecánica es una especialidad de la Medicina Física, en la cual se puede tener una mejor comprensión de las actividades y ejercicios. El objeto de esta es estudiar los efectos de las fuerzas mecánicas sobre los sistemas orgánicos de los seres vivos y sus estructuras, para predecir cambios por alteraciones y proponer métodos de intervención artificial que mejoren el desempeño, un ejemplo de esto es que en la biomecánica se desarrollan implantes y órganos artificiales, como son las prótesis mioeléctricas para extremidades de pacientes amputados.

### **c) Electromiografía**

La electromiografía es un procedimiento especializado que permite la evaluación clínica y neurofisiológica del sistema nervioso central, periférico y muscular, con el fin de verificar si el paciente posee alguna enfermedad a este nivel, es decir, analiza la actividad eléctrica de los músculos, con el objeto de diagnosticar, localizar y definir la intensidad de las patologías neuromusculares.

Para realizar el estudio, se recurre a la inserción de un electrodo o electrodos en forma de aguja, con el fin de aplicar y registrar la actividad eléctrica de los músculos, para ello se introducen estímulos eléctricos mediante un electroestimulador en diferentes nervios, habitualmente en los miembros, aunque en ocasiones se aplican en cara o cuello, después de colocado el electrodo, se le puede pedir al paciente que contraiga el músculo (por ejemplo, doblando el brazo). La presencia, tamaño y forma de onda producida, es captado por el electrodo y se muestra mediante un osciloscopio, dicha onda suministra información sobre la capacidad del músculo para responder a estímulos determinados.

Los estudios con frecuencia se realizan debido a las siguientes razones: diagnóstico de fuentes de dolor, calambres o debilidad en los músculos y nervios, para diferenciación entre la debilidad muscular real y las limitaciones debidas al

dolor, verificación funcionamiento óptimo de músculos, diferenciación entre padecimientos musculares y o desorden nervioso; de formas más específicas permite distinguir: neuronopatías motoras, neuronopatías sensitivas, radiculopatías, plexopatías, lesiones tronculares, alteraciones de la transmisión neuromuscular, entre otros.

#### **d) Helioterapia**

El área de Helioterapia dentro de un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación trata a pacientes que presentan diferentes tipos de patologías, como son: profilaxis (personas que permanecen por tiempo prolongado en lugares cerrados), hipoavitaminosis D, afecciones de la piel (piodermias, psoriasis eritemato escamosas), radiculitis, neuralgias, neuritis en estadio crónico, entre otras.

La helioterapia es la utilización de las radiaciones solares, regulada y controlada con fines terapéuticos y profilácticos. Su factor fundamental es la energía de radiación electromagnética, entre los efectos generales que tiene esta terapia son: elevación de la temperatura corporal, sudación profusa, vasodilatación periférica, hipotensión, estímulo metabólico, de la actividad tiroidea y de las glándulas sexuales, polipnea, excitación psíquica, entre otras.

#### **e) Talasoterapia**

En el área de Talasoterapia se tratan a pacientes con los siguientes padecimientos: reumatismos crónicos o agudos, osteoporosis, padecimientos de la columna vertebral, patologías respiratorias como asma y faringitis, afectaciones neurológicas entre otras.

La Talasoterapia es un método terapéutico que se basa en la utilización del medio marino (agua de mar, algas, barro y otras sustancias extraídas del mar) y del clima marino como agente terapéutico. Es totalmente natural, el agua se recoge lejos de la orilla, se depura y esteriliza para garantizar la ausencia de agentes patógenos antes de su aplicación en los distintos tratamientos.

A pesar de que se a hecho mención de las funciones de los ambientes de: Ortesis y Prótesis, Biomecánica, Electromiografía, Helioterapia y Talasoterapia, en el transcurso de la investigación se enfocará en conocer las interrelaciones, procedimientos administrativos y clínicos solamente de las áreas mas importantes, de igual forma en los capítulos subsiguientes que se refieren al funcionamiento de los equipos más representativos de cada área, así como el análisis para la adquisición de estos, las áreas consideradas serán: electroterapia, mecanoterapia, hidroterapia, termoterapia y terapia ocupacional.

### **3.3.2 Interrelaciones entre las áreas que comprenden el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación**

Para el buen funcionamiento de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, es necesario que existan ciertas interrelaciones entre las áreas y locales que la componen, esto permite que se magnifique las actividades que se realizan en el servicio, además de ordenar los flujos dentro del ambiente.

Estas interrelaciones pueden cambiar según el criterio de distribución de cada diseñador, pero generalmente aumenta la funcionalidad de las Unidades si se sigue el criterio de ordenamiento mediante el estudio de los flujos que se darán en los ambientes. Tomando en cuenta ese criterio, en la tabla 3.1 se muestran las interrelaciones principales para los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación:

<b>AREA</b>	<b>RELACION DIRECTA</b>	<b>RELACION SECUNDARIA</b>
Sala de espera y puesto de control	Consultorios, terapia ocupacional y sanitarios públicos	Mecanoterapia, Electroterapia e Hidroterapia
Vestidores y sanitarios de personal	Sala de espera	Consultorio y secciones de tratamiento
Consultorio de Examen	Sala de espera	Secciones de tratamiento
Área de Electroterapia	Sala de espera	Secciones de tratamiento
Terapia de Lenguaje	Control y estación de terapeutas	Secciones secas de tratamiento
Terapia Ocupacional	Estación de terapeutas	Áreas de terapia ocupacional

Área de Hidroterapia	Baños y vestidores y estación de terapeutas	Gimnasio
Área de Mecanoterapia	Electroterapia y estación de terapeutas	Baño y vestidores e hidroterapia
Cuarto de Aseo	Hidroterapia	Mecanoterapia
Baños y vestidores	Hidroterapia	Mecanoterapia

**Tabla 3.1:** Interrelaciones en los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

### **3.4 Funciones del personal de Medicina Física y Rehabilitación:**

El recurso humano básico que debería de tener un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación es:

- a)** Jefe del Ambiente de Medicina de Rehabilitación
- b)** Técnico en Rehabilitación
- c)** Terapeuta del lenguaje
- d)** Terapeuta ocupacional
- e)** Fisioterapeuta
- f)** Psicólogo
- g)** Enfermera
- h)** Trabajador social
- i)** Secretaria y Recepción.

En base a ello las funciones que deberían de realizar dentro del ambiente son las siguientes:

#### **a) Jefe del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación:**

- i. Ejecutar, dirigir, evaluar y controlar el servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
- ii. Ejecutar, dirigir, controlar y evaluar los programas de la atención a las personas con discapacidad.
- iii. Supervisar y controlar el equipamiento y los medios asignados al servicio donde presta su actividad.

- iv. Mantener y enlazar el trabajo como equipo multidisciplinario, interdisciplinario.
- v. Ejecutar y controlar el presupuesto y los costos del servicio que presta.
- vi. Brindar información y asesoría en relación con la especialidad.

**b) Técnicos en Medicina Física y Rehabilitación:**

- i. Identificar los factores de riesgo, tales como: psicológicos, económicos, culturales y ecológicos que inciden en los mecanismos básicos de la enfermedad, la discapacidad y sus formas de prevención.
- ii. Orientar y ejercer las acciones de salud y prevención de la discapacidad del individuo, la familia y la comunidad, en el ámbito de la especialidad.
- iii. Ejercer acciones directas de seguimiento, orientación y análisis del hombre con discapacidad, su familia y la comunidad, encaminados a lograr la máxima incorporación o reincorporación posible.
- iv. Aplicar las técnicas, procedimientos y medios propios de la especialidad, y será capaz de prescribir e interpretar los medios diagnósticos, clínicos y terapéuticos propios de la especialidad, sin excluir otras formas de tratamiento.
- v. Realizar acciones educativas y psicoterapéuticas al paciente, sus familiares y la comunidad.

**c) Terapeuta de Lenguaje:**

- i. Evaluar y trata a las personas con problemas de comunicación que se producen como resultado de discapacidades, cirugía o trastornos del desarrollo.
- ii. Evaluar y trata tanto los problemas de recepción de la comunicación, es decir entender el lenguaje, como los de expresión, es decir, habla.
- iii. Evaluar y trata a las personas con trastornos de deglución debidos a ataques o lesiones cerebrales u otros deterioros del sistema nervioso.

#### **d) Terapeuta Ocupacional:**

- i. Evaluar a los pacientes con trastornos del desarrollo o neuromusculares y contribuye a planificar los tratamientos que les ayudarán a desarrollarse desde el punto de vista físico, psicológico y social.
- ii. Ayudar a los pacientes a aprender a llevar a cabo las tareas cotidianas en el hogar, el trabajo y la comunidad.
- iii. Ayudar a los pacientes a adaptarse a los problemas específicos que aparecen con el envejecimiento y a mantenerse activos física y mentalmente.
- iv. Asesorar sobre las modificaciones necesarias en la distribución y el diseño de las viviendas, los colegios y los lugares de trabajo para permitir un mejor acceso y mayor movilidad a las personas con lesiones o discapacidades.
- v. Contribuir a mejorar las habilidades de comunicación como leer, escribir y usar el teléfono.

#### **e) Fisioterapeuta:**

- i. Evaluar y trata a los pacientes que tienen problemas de salud y discapacidades debidas a lesiones, enfermedades, uso excesivo de los músculos o los tendones, dolor o amputación de una parte del cuerpo.
- ii. Proporcionar tratamiento y educación hacia los pacientes, en los siguientes temas: movilidad, rehabilitación de la marcha y el equilibrio, terapias y masajes con calor y frío, actividades cotidianas, cuidados de las quemaduras, colocación de férulas y yesos, uso de sillas de ruedas, andadores, bastones y muletas, rehabilitación muscular, control del dolor, fortalecimiento cardiovascular, uso de aparatos ortopédicos y de prótesis y programas de ejercicio.

#### **f) Psicólogo:**

- i. Ayudar a cubrir las necesidades emocionales, psicológicas y de conducta del paciente y su familia.
- ii. Aconsejar a los pacientes y sus familias durante los períodos de estrés, dolor y pérdida.

- iii. Identificar las fuerzas y las conductas que pueden ayudar al paciente a tener éxito en la rehabilitación.
- iv. Evaluar y tratar los problemas cognoscitivos y de conducta y a planificar los programas de control de la conducta.
- v. Identificar los sentimientos y las emociones que pueden afectar a la recuperación por parte del paciente, su familia o el equipo de rehabilitación.

**g) Enfermera de rehabilitación:**

- i. Ayudar a los pacientes con discapacidades y enfermedades crónicas a conseguir la máxima funcionalidad y la mejor salud posible así como adaptarse a un estilo de vida distinto.
- ii. Ayudar a los pacientes a ser más independientes fijando objetivos y planes de tratamiento realistas. Estos a menudo coordinan los cuidados del paciente y las actividades del equipo multidisciplinario.
- iii. Proporcionar cuidados que ayuden a restablecer y mantener las funciones y a prevenir las complicaciones.
- iv. Proporcionar al paciente y a su familia educación, asesoramiento y coordinación del tratamiento.

**h) Trabajador Social:**

- i. Ayudar a evaluar y solucionar los problemas relacionados con situaciones personales, familiares o sociales.
- ii. Contribuir a proporcionar apoyo para el paciente y su familia, coordina los planes para el alta y las prestaciones de los seguros y ayuda con los problemas económicos y los conflictos familiares.

**i) Secretaria y Recepción:**

- i. Atender a los pacientes enviados por los diferentes servicios del hospital y por las unidades del sistema de servicios de salud para población abierta.
- ii. Ayudar en la recepción de solicitudes y entrega de resultados.

### **3.5 Procesos Administrativos**

Hay una variedad de procesos administrativos que se dan en un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, todos estos contribuye a realizar un trabajo efectivo en la unidad, así como a brindar al paciente un servicio de calidad. Estos procesos administrativos equivalen a los flujos que se dan dentro de la misma. Entre los principales procesos administrativos se tienen: recepción y control, pedido y recepción de insumos, mantenimiento de tecnologías, desecho de materiales, ropería, aseo y limpieza.

A continuación se mencionan los procesos de funcionamiento de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación:

#### **3.5.1 Recepción y Control**

Este es el proceso mediante el cual el paciente proveniente ya sea de consulta externa u hospitalización, es orientado para que pueda ser atendido de forma eficiente dentro del ambiente. Para ello es necesario que a este se le llene su cuadro clínico, el cual contiene toda la información importante del mismo. Además en este proceso se le guía e informa al usuario, sobre las futuras citas así como las prescripciones dadas por los terapeutas.

#### **3.5.2 Pedido y Recepción de Materiales:**

Es el proceso mediante el cual el jefe de servicio consulta a cada uno de los encargados de las áreas de Medicina Física, sobre las necesidades de material que estos posean para que de esta manera se pueda proceder a su pedido. Este proceso debe de realizarse al menos una vez al mes y con ello evitar contratiempos por falta de consumibles durante las terapias.

#### **3.5.3 Mantenimiento de Tecnologías:**

Es el proceso que se realiza para brindar tanto mantenimiento preventivo como correctivo a las tecnologías utilizadas en los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación. El proceso o flujo cambiara según sea el caso, ya que no será el mismo que se realice en el mantenimiento preventivo que en el correctivo. Hay que

mencionar que este mantenimiento será suministrado por el Servicio de Mantenimiento del Hospital, si en dado caso la unidad de Medicina Física se encuentra dentro de un hospital, pero si la unidad de Medicina Física es autónoma, será suministrado por su Área de Mantenimiento.

#### **3.5.4 Desecho de Materiales**

Es el proceso mediante el cual cada uno de los técnicos que conforman el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, clasifican los desechos que surgen de cada una de las áreas en las que ellos se encuentran. Después de realizada la clasificación, es necesario que esta sea colocada en los recipientes indicados para su eliminación según sea el tipo de desecho y así esta pueda ser llevada hasta su disposición final dentro del Hospital.

#### **3.5.5 Proceso de Ropería:**

En este proceso, el personal de este servicio se encarga de la recolección y entrega de ropa. A pesar de que no se contemple un área de este tipo dentro del ambiente de medicina física, es necesario mencionarla, ya que al igual que el servicio de mantenimiento, este proceso es realizado por el servicio de ropería del hospital.

#### **3.5.6 Aseo y limpieza**

En este proceso interviene más que nada el personal auxiliar del ambiente así como el personal de aseo de el hospital, el servicio de utilería se encarga del traslado de material así como de tecnologías a cada una de las áreas de servicio, estos tienen acceso libre a todas las áreas al igual que el personal de limpieza del hospital, el servicio de limpieza a pesar de que no se encuentra de forma continua en el ambiente, si tiene horas establecidas para realizar sus rutinas de limpieza y contribuir así al buen desempeño del ambiente.

### **3.6 Procesos clínicos**

Los procesos clínicos son todos aquellos que desarrollan actividades orientadas al diagnostico, recuperación y tratamiento de los pacientes. Estos procesos son desarrollados en las áreas mencionadas en este capítulo.

## **CAPITULO IV: PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS TECNOLOGIAS.**

### **4.1 Introducción**

Este capítulo inicia con una descripción teórica de los mecanismos de funcionamiento de los equipos utilizados en las áreas principales que componen los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, considerando solo las áreas que poseen mayor grado de tecnologías en concepto de equipos médicos.

El principio de funcionamiento de las tecnologías se orienta a la explicación de los fundamentos clínico, físico y fisiológico (en algunas ocasiones) de las tecnologías utilizadas en medicina física y rehabilitación, corroborando con ello la importancia de conocer su aplicación y funcionamiento para la correcta utilización de los mismos dentro de los ambientes.

### **4.2 Principio de funcionamiento de las tecnologías utilizadas en Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.**

Las tecnologías utilizadas en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación son variadas (entiéndase por tecnologías, los equipos o dispositivos que contribuyen al tratamiento y rehabilitación de los pacientes), dicha variedad depende exclusivamente de las áreas que contenga el ambiente, para este caso se mostrará el principio de funcionamiento de las tecnologías más representativas empleadas en las áreas de: Hidroterapia, Electroterapia, Termoterapia y Mecanoterapia. Solo se desarrollarán las empleadas en estas, debido a que en ellas se encuentran los equipos de mayor complejidad y uso dentro de las unidades.

La selección de las tecnologías más representativas para cada área que compone el ambiente de medicina física, se realizó mediante la investigación de los equipos mayormente utilizados en estas, a nivel de Latinoamérica.

El principio de funcionamiento de las tecnologías se orientará a la explicación de los fundamentos clínicos, físicos y fisiológicos, como se mencionó de manera introductoria.

### **4.3 Principios de Hidroterapia**

Etimológicamente dicha palabra viene de los términos griegos hydor, agua, y therapeia, terapia, curación a través de. Por tanto se entiende la hidroterapia como las aplicaciones externas del agua con fines terapéuticos, por medio de sus características mecánicas y térmicas.

#### **4.3.1. Principios físicos de la Hidroterapia.**

En hidroterapia, el agua logra sus efectos terapéuticos debido a que ella aporta al cuerpo energía mecánica y térmica. Las propiedades terapéuticas del uso del agua en las áreas de hidroterapia vienen determinadas por los "Principios mecánicos" como son: factores hidrostáticos, hidrodinámicos e hidrocinéticos y los "Principios térmicos" tales como: aplicaciones calientes y frías.

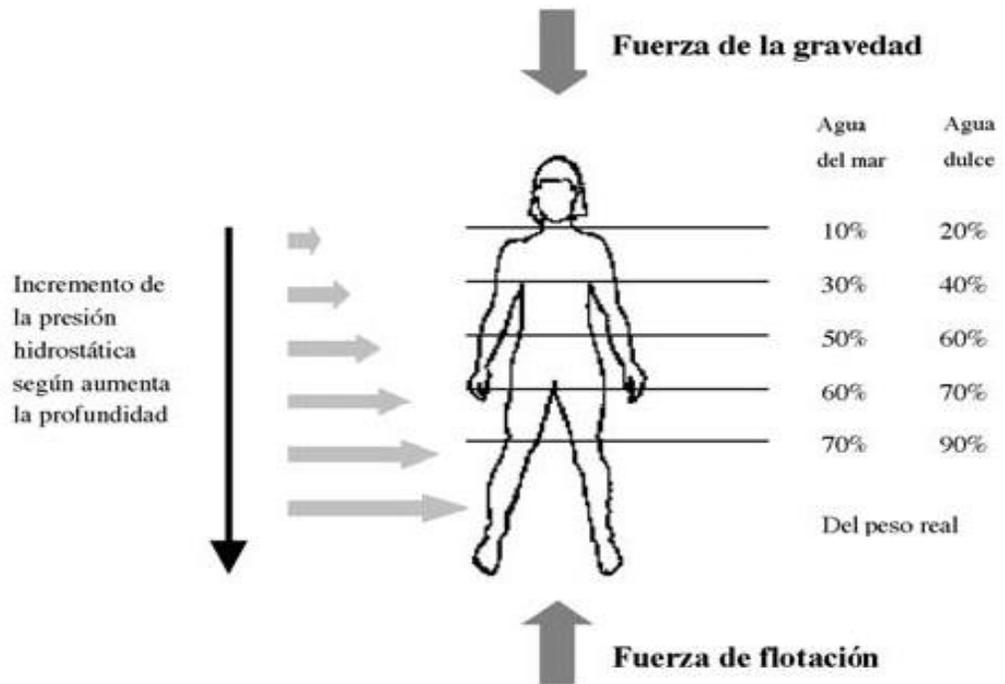
A continuación se explica cada uno de ellos:

##### **4.3.1.1 Principios mecánicos**

###### **a) Factores hidrostáticos**

La presión hidrostática es la base del principio de empuje o de Arquímedes. El agua ejerce una fuerza vertical hacia arriba a todo cuerpo sumergido en ella, a ello se le denominada empuje, actuando sobre su centro de gravedad. Dicha fuerza equivale al peso de la columna del agua que está por encima de dicho cuerpo. Esta presión es la causante de que en el agua el cuerpo parezca de menor peso y exista mayor facilidad para realizar los ejercicios. Por lo dicho, la presión hidrostática es directamente proporcional a la densidad del líquido y la profundidad de la inmersión. Debido a este factor el paciente realizará los ejercicios de carga con una reducción importante de su peso corporal, según la profundidad a la que trabaje, que le facilitará el ejercicio y le permitirá hacerlo con menos dolor.

La diferencia entre el empuje y el peso propio del cuerpo se denomina peso aparente, lo cual se muestra en la Figura 4.1



**Figura 4.1:** Efecto del empuje contra el cuerpo sumergido

Es importante considerar el factor de compresión generado por la presión hidrostática del agua, según la ley de Pascal, la cual afirma que la presión transmitida en un punto cualquiera del fluido se va a transmitir a todos los puntos del mismo; la compresión depende del peso específico del organismo, así como de la altura absoluta del nivel del agua que gravita sobre el mismo. Esta compresión afecta al sistema venoso, a las cavidades corporales y a los músculos, de tal forma que se puede llegar a una disminución del perímetro torácico, lo que se traduce en relajación muscular y disminución del tono.

## **b) Factores Hidrodinámicos**

Estos factores hacen referencia a los aspectos que facilitan o resisten el movimiento dentro del agua y cuyo adecuado uso permite una progresión en los ejercicios. Un cuerpo en movimiento dentro del agua sufre una resistencia, que se opone a su avance, la cual depende de varios factores, los cuales se representan en la ecuación 1, en la figura 4.2 se muestra el

ángulo desplazamiento-velocidad el cual es uno de los factores que determina la resistencia hidrodinámica:

$$R = K S \operatorname{sen} \alpha V^2 \quad (\text{ec. 1})$$

Donde:

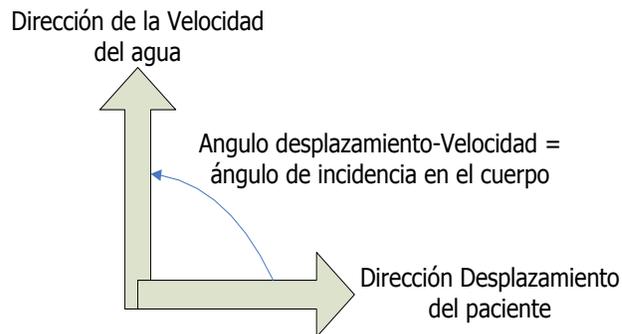
R= la resistencia hidrodinámica

K=constante del medio; para el agua posee un valor de  $30 \text{ Kg/m}^3$

S= la superficie del cuerpo

$\alpha$ = ángulo de incidencia en el cuerpo

V=la velocidad.



**Figura 4.2:** Angulo entre la dirección del agua y el desplazamiento del paciente.

En ella se puede ver que la resistencia hidrodinámica es igual a una constante (que tiene relación con la viscosidad, densidad, cohesión y adherencia del líquido) por la superficie a mover, en este caso del cuerpo, por el seno del ángulo formado entre el plano de proyección de la superficie del cuerpo que se desplaza y la dirección del desplazamiento, y por la velocidad al cuadrado. Cualquier cambio de estos factores variables modifica la resistencia, y por tanto, se puede obtener las siguientes características:

- i. El movimiento lento no encuentra resistencia apreciable, es decir, a mayor velocidad, mayor resistencia, debido a su elevación al cuadrado.

- ii. El aumento de la superficie, por ejemplo la utilización de aletas, aumenta el trabajo muscular y la resistencia.
- iii. La oposición a una corriente de agua permite un trabajo muscular isométrico o estático, sin movilización articular.

Adicionalmente influirán en la resistencia al movimiento dentro del agua, las turbulencias y la inercia de la aspiración generada por dicho movimiento.



**Figura 4.3:** Resistencia del agua por medio de las turbulencias

Al moverse un cuerpo dentro del agua, se genera una diferencia de presiones, máxima en la parte anterior y mínima en la posterior, y el flujo de agua hacia atrás generará un fenómeno de depresión y aspiración que desencadena turbulencias que van a dificultar el cambio brusco de sentido del desplazamiento, dificultad que será mayor cuanto menos hidrodinámica sea la forma del cuerpo.

Estas turbulencias pueden desencadenarse mediante turbinas o chorros subacuáticos de aire o agua, lo cual permitirá graduar la resistencia al movimiento, entrenamiento de natación y trabajo muscular isométrico, en la figura 4.3 se ve reflejada la resistencia que produce el agua turbulenta al movimiento.

### c) Factores Hidrocinéticos

Éstos hacen referencia a usar el agua en función de un componente de presión, por aplicar una proyección de agua contra el cuerpo ( duchas y chorros, en los que influye la presión del chorro del agua, el calibre y el ángulo de incidencia, como se muestra en la figura 4.4) o por una agitación del agua. Aquí el agua, aparte del efecto por presión, así como por la temperatura o la inmersión, va a ejercer un masaje sobre la superficie corporal.



**Figura 4.4:** Duchas terapéuticas a chorro

#### 4.3.1.2 Principios Térmicos

De los principios térmicos que se pueden señalar, cabe indicar que los fundamentales para los procesos de terapia son:

- a) El calor específico** o la capacidad calorífica: cantidad de calor que es necesario aportar para que un gramo de masa de un cuerpo eleve un grado su temperatura. El agua presenta un alto calor específico, el cual es mínimo a 35°C, aumentando proporcionalmente según se separa de esa temperatura. Lo que quiere decir que el agua mantiene bien su temperatura, almacena gran cantidad de calor y se enfría lentamente.
- b) La conductividad térmica:** cantidad de calor en calorías que pasa en un segundo desde un foco situado a 1 cm. a través de una lámina de sustancia con espesor y área, con un cambio de temperatura de 1°C entre ambas caras. El agua es buena conductora de calor, siendo la conductividad térmica

del hielo cuatro veces superior a la del agua líquida. El cuerpo humano propaga o pierde calor de cuatro formas: **conducción, convección, radiación y evaporación**. Cuando está en el agua, la energía térmica se intercambia mediante los dos primeros mecanismos, fundamentalmente la convección, la radiación y la evaporación sólo se darán en las zonas corporales no sumergidas.

**i. La conducción** es un intercambio de energía térmica por contacto físico entre dos superficies. Lo importante es reconocer que la grasa actúa más como aislante que como conductor, por tanto:

- El calentamiento superficial por conducción será tanto menor cuanto mayor sea la composición de grasa en el cuerpo.
- A mayor cantidad de grasa, mayor dificultad para disipar calor, por lo que se debe tener cuidado con los pacientes que presenten patologías cardíacas o vasculares periféricas, en los que no funcionan correctamente los mecanismos fisiológicos convectivos de disipación de calor, ya que se podría incrementar a niveles peligrosos la temperatura corporal.

**ii. La convección** es el proceso de transferencia térmica que presentan especialmente líquidos y gases, desplazándose las partes del líquido más calientes a las más frías.

El poder de transferencia térmica del agua es 25 veces superior al del aire, y esta transferencia dependerá de:

- La diferencia de temperaturas entre piel y agua.
- La superficie de intercambio.
- El coeficiente de convección, que depende de, entre otras cosas, de la velocidad de desplazamiento relativo entre el cuerpo y el agua, así como la presión.

La convección, por tanto, va a ser muy importante tanto en el calentamiento como en el enfriamiento del cuerpo.

Los efectos biofísicos térmicos de la hidroterapia van a depender, además, de otros factores mayores, como son:

- i. El estímulo térmico será tanto mayor cuanto más se separe de la temperatura indiferente (existen diferencias a la hora de considerar cuál es la temperatura indiferente: unos indican que entre 34-36°C, otros entre 31-33°C). Esta temperatura indiferente hace referencia a la temperatura que debe tener el agua para que no se pongan en marcha los mecanismos de termorregulación del paciente, tanto para disipar como para generar calor.
- ii. Las extremidades tienen menor capacidad de adaptación a los cambios térmicos. Por eso para modificar la temperatura corporal es mejor incidir a nivel del tronco.
- iii. A mayor superficie de aplicación, mayor efecto térmico.
- iv. A mayor tiempo de aplicación, mayor efecto térmico.
- v. También influyen las características de los tejidos y la sensibilidad del sujeto.

#### **4.3.2 Principio de operación de las tecnologías utilizadas en Hidroterapia**

##### **4.3.2.1 Tinas de Hubbard**

Las Tinas de Hubbard se utilizan desde hace años para permitir que los pacientes que requieran de un cuidado especial, disfruten de atención particular por parte del terapeuta y así realizar los ejercicios en un ambiente acuático. El agua proporciona una resistencia suave ayudando al relajamiento del paciente. El tanque permite al paciente iniciar la rehabilitación incluso cuando se encuentra demasiado débil para realizar los ejercicios.

Las Tinas de Hubbard permiten realizar movimientos corporales sin necesidad que el terapeuta se introduzca al agua. El paciente realiza ejercicios con un espacio adecuado, acostado sobre una base sólida, generalmente de acero inoxidable.

En ellas se puede utilizar tanto agua caliente como fría y se les puede añadir, según sea la necesidad, chorros a presión. Los tanques de Hubbard se llenan y se vacían con rapidez, disponen de un termómetro de control de temperatura y están dotados de dispositivos para situar al paciente a diferentes alturas.

Las Tinas de Hubbard funcionan por medio de corrientes de agua aplicadas por medio de tuberías bajo el agua. Con una adecuada temperatura del agua y gracias a sus efectos termales y mecánicos se consigue una total relajación de músculos y articulaciones. Debido a su forma se pueden realizar ejercicios físicos incluso con pacientes lisiados. El masaje subacuático se puede aplicar bien como masaje de presión, usando una manguera de masaje o como masaje de remolino conectándola a inyectores.

Como regla general, la temperatura del agua de las tinas no debe exceder los 38°C, durante el proceso terapéutico, ni debe encontrarse por debajo de los 10°C. de la temperatura normal, la cual es considerada dentro del rango de los 33-36°C, la temperatura a la que se desee llegar debe ser lograda de una forma gradual y no debe de exceder a los 5°C entre intervalos.

La temperatura que se maneja generalmente en las terapias es de 36- 38°C. para los pacientes espásticos, y de 32 a 34°C para los pacientes flácidos. Las tinas de Hubbard se muestran en la figura 4.5.



**Figura 4.5:** Tanque de Hubbard

#### **4.3.2.2 Tanque de Remolino.**

Estos son recipientes equipados con motores-bomba de caudal ajustable, poseen la característica de poder variar la altura de los mismos y con ello adaptarse a la extremidad a tratar. Cuentan con mecanismos de seguridad eléctrica entre bomba y motor para protección del paciente y del equipo. Estos se muestran en la figura 4.6.

En los tanques de remolino el agua está caliente y en agitación constante, por la inyección de un chorro de agua subacuático, produciendo un micro masaje de carácter mucho más suave que el masaje subacuático. Se utiliza como medio de preparación del paciente para otras técnicas hidroterápicas

Este tipo de aplicación se basa en la presión hidrostática y en la temperatura del agua (generalmente de 40 a 50°C), produciendo un efecto de masaje sobre la zona a tratar y estimulando el trofismo.

Disminuye las contracturas musculares y aumenta la elasticidad, ayudando así a las movilizaciones de las articulaciones que se encuentran rígidas, además de consiguen efectos beneficiosos sobre la inflamación y el dolor.



**Figura 4.6:** Tanque de Remolino

#### **4.3.3 Efectos fisiológicos de las tecnologías utilizadas en Hidroterapia.**

En hidroterapia, las aplicaciones clínicas se dividen en **Mecánicas** y **Térmicas**, estas se muestran a continuación:

##### **4.3.3.1 Efectos Mecánicos en Hidroterapia**

Las aplicaciones clínicas en función de las propiedades terapéuticas mecánicas del agua son: efectos

**a)** La flotación va a permitir:

- i.** Realizar ejercicio pasivo, ya sea porque el fisioterapeuta realice el movimiento articular (el paciente está inmóvil, sujeto por flotadores o sobre una camilla o un asiento), o gracias al uso de flotadores, los cuales exigen un movimiento en sentido contrario.
- ii.** Asistir el ejercicio reduciéndose el estrés sobre las articulaciones. El movimiento tendrá que ir en dirección a la superficie.

- iii.** También es asistido si el movimiento se hace horizontal sobre la superficie del agua.
  - iv.** Resistir el movimiento para mejorar la fuerza muscular. El movimiento, inicialmente, se realiza en contra de la superficie. Se tendrá entonces, una mayor resistencia cuanto más largo sea el brazo de palanca, mayor resistencia si se añaden flotadores, palas o aletas a las extremidades, mayor resistencia cuanto más rápido sea el movimiento, mayor resistencia si se realizan movimientos en contra de chorros subacuáticos o se moviliza el agua con turbinas, etc., y mayor resistencia cuanto más rápido se cambie el sentido del desplazamiento, debido a las turbulencias, según se muestra en la Figura 4.7.
- 
- b)** La inmersión ayuda a mantener o restaurar la movilidad de un segmento. Esto se debe al peso aparente y a la graduación progresiva de la carga de trabajo.
  - c)** La inmersión también mejora la propiocepción, el equilibrio y la coordinación. La presión hidrostática, la resistencia hidrodinámica y la viscosidad son fuente de estímulos sensoriales.
  - d)** Mejora del estado psicológico y emocional del paciente. Debido a que existe una mayor seguridad en el movimiento, así como una mayor movilidad con menos dolor. También influye la interrelación con otros pacientes y que sea casi un ambiente recreacional.
  - e)** La inmersión prolongada en agua termoindiferente genera relajación muscular. Si es excesivo en el tiempo, puede generar fatiga y cansancio.
  - f)** También se puede emplear para la reeducación respiratoria, ya que la presión hidrostática fortalece la musculatura inspiratoria.
  - g)** Si se aplica agua a presión o se generan turbulencias alrededor del paciente, se produce un efecto de masaje, el cual será tanto más eficaz cuanto a mayor profundidad se aplique esa presión o esas turbulencias.



**Figura 4.7:** Trabajo contrarresistivo en hidroterapia

#### **4.3.3.2 Efectos Térmicos en Hidroterapia**

Las aplicaciones terapéuticas del agua en función de los principios térmicos van a venir determinadas por los efectos fisiológicos desencadenados ya sea por el agua caliente o por el agua fría. Las reacciones generales ante estímulos térmicos hidroterápicos son: aumento de la tensión arterial, la frecuencia cardiaca y respiratoria, además del volumen minuto, y, según aumenta la temperatura de la superficie corporal y pasa el tiempo, desciende la tensión arterial, este efecto es mas notable al salir el paciente del baño.

Además de lo anterior, se deben de considerar las siguientes aplicaciones clínicas del agua caliente en el paciente, estas son:

- a)** Analgesia, ya que el calor aumenta el umbral de sensibilidad de los nociceptores y disminuye la velocidad de conducción nerviosa y la contractura muscular. También influye debido a la sensación térmica o por añadir una estimulación mecánica (baños de remolino y hubbard).
- b)** Aumento de la temperatura local y vasodilatación. El calor generará un aumento de la temperatura corporal entre 0,5 y 3°C, aumentando las funciones orgánicas. El aumento de temperatura producirá una disminución progresiva del tono muscular e hiperemia, mejorará la nutrición y aumentará los procesos de reparación tisular.

- c)** Permite la pérdida de calor y disminución de la velocidad sanguínea, pero debe tenerse cuidado para el caso de pacientes con insuficiencia venosa. Si se desea un efecto térmico del agua, las aplicaciones suelen durar unos 20 minutos. Generalmente por encima de los 36.5°C. no es recomendable para realizar ejercicios debido a la elevación extrema de la temperatura corporal, desencadenando reacciones de congestión, hipotensión y exudación de líquidos.
- d)** Efecto sedante, con aplicaciones calientes próximas a la temperatura indiferente y durante un largo período de tiempo. Sin embargo, aplicaciones muy calientes de corta duración generan efectos opuestos: insomnio y excitación.
- e)** Efecto antiespasmódico. Afecta tanto a la musculatura estriada como a la lisa de órganos y vísceras internas, produciéndose una disminución del tono muscular, lo cual facilitará la movilización.
- f)** Efectos sobre el tejido conjuntivo. Aumenta su elasticidad, por lo ayuda a disminuir las rigideces articulares y periarticulares en los reumatismos, sobre todo si están cubiertas de poco tejido blando.

#### **4.3.4 Tiempos de Terapia en Hidroterapia**

- a)** Baños calientes: de 15 a 20 minutos, las aplicaciones de cuerpo completo están indicadas para relajación muscular, sedación, disminuyendo la percepción de dolor. Se añaden hierbas para aumentar su efecto terapéutico. Las aplicaciones de medio cuerpo están indicadas para problemas intestinales y cólicos.
- b)** Baños de contraste: 2-4 minutos caliente, 1 minuto fría, 3-4 minutos caliente.
- c)** Baños de temperatura ascendente tradicional: de 20 a 25 minutos (sin aplicación fría posterior).
- d)** Baños de temperatura ascendente modificada: de 8 a 12 minutos (con aplicación fría posterior).

- e) Baños fríos: de 6 a 30 segundos, estos pueden ser aplicados de forma parcial para activar la irrigación local de la zona de tratamiento o totales para producir calor reactivo y estimulación metabólica.

#### **4.3.5 Efectos secundarios de la Hidroterapia en General.**

La hidroterapia a pesar de ser una técnica que brinda grandes beneficios, esta puede causar riesgos o generar efectos a pacientes que características particulares o que poseen ciertas patologías en las cuales no es recomendable su utilización, a continuación se muestran estos efectos y riesgos:

##### **a) No es recomendable para:**

- i. Personas seniles, debido a su falta de colaboración o por incontinencias.
- ii. Daño multiorgánico.
- iii. Enfermos terminales.
- iv. Epilepsia no controlada.
- v. Diabetes, sobretodo mal controladas, debido a la posibilidad de contraer infecciones.

##### **b) En el agua caliente no es recomendable en:**

- i. Procesos con insuficiencia venosa.
- ii. Embarazo.
- iii. Enfermedades o traumatismos agudos.
- iv. En miembro dañado: Metiendo en ese caso el miembro contralateral para producir un reflejo consensual.

##### **c) En el agua fría no es recomendable en:**

- i. Enfermedades reumáticas.
- ii. Cistitis.
- iii. Hemorragias internas.
- iv. Colitis y diarreas por gastroenteritis

### 4.3.6 Aplicaciones Clínicas de las tecnologías utilizadas en Hidroterapia.

Las patologías mayormente tratadas con la hidroterapia, se muestran en la tabla 4.1 a continuación:

<b>Patologías Tratadas con Hidroterapia</b>		
<b>Baño tina de Hubbard</b>	<b>Tanques de Remolino</b>	
Artritis generalizada	Artritis aguda	Lesiones de nervios periféricos en etapa aguda
Fracturas de vértebras, pelvis o fémur	Contracturas isquémicas	Lumbalgia
Luxaciones	Distensiones sub-agudas	Muñones de amputación dolorosos
Neuritis	Enfermedades vasculares periféricas en etapa aguda	Piernas después de inmovilización prolongada
Paresia de miembros escapulares pélvicos	Esguinces sub-agudos	Quemaduras
Quemaduras	Fracturas, después de seccionar o retirar el yeso	Reparaciones tendinosas tres a cuatro semanas después de la cirugía
Reparaciones o trasplantes tendinosos, para eliminar la inmovilización	Hematomas	Sinovitis
	Heridas Infeccionadas	Tenosinovitis sub-aguda
	Lesiones de nervios	Ulceras indoloras
	Ulceras por decúbito	

**Tabla 4.1:** Patologías tratadas con Hidroterapia

## 4.4 Electroterapia

La electroterapia es el área de la Medicina Física y Rehabilitación que, mediante una serie de estímulos físicos producidos por una corriente eléctrica, consigue desencadenar una respuesta fisiológica, la cual se va a traducir en un efecto terapéutico.

### 4.4.1 Principios físicos de la Electroterapia.

#### 4.4.1.1 Efectos generales de la corriente eléctrica en fisioterapia

Se consideran como efectos generales de la corriente eléctrica en fisioterapia, la producción de calor y los efectos electroquímicos, estos se explican a continuación:

##### a) Efecto Electrotermal:

El movimiento de las partículas cargadas en un medio conductor produce microvibración de dichas partículas. Esta vibración y las fuerzas friccionales asociadas originan la producción de calor. A su paso por el organismo, la corriente provoca, sólo en muy pequeña proporción, la aparición de calor. La cantidad de calor producido se describe por la ley de Joule, la cual se ve reflejada en la ecuación 2:

$$\text{Ley de Joule } Q = 0.24 * R * I^2 * t \quad (\text{ec. 2})$$

Donde:

Q: cantidad de calor en calorías

0.24: constante de proporcionalidad

I: intensidad de corriente que circula por el cuerpo

t: tiempo del paso de la corriente en segundos

R: resistencia de la zona atravesada

**b) Efecto electroquímico:** Al pasar la corriente por soluciones electrolíticas produce efectos de polarización en los iones de la solución. Al pasar la corriente por el organismo produce liberación de iones que se desplazan,

dando lugar a alteraciones en la permeabilidad de la membrana, variando la composición química de la estructura íntima de los tejidos, lo cual puede contribuir a la absorción de ciertos medicamentos para aliviar determinadas patologías.

#### 4.4.1.2 Tipos de Corrientes en Electroterapia

En la tabla 4.2 se muestra la división de las corrientes utilizadas en electroterapia según su frecuencia y forma. La importancia del conocimiento de los tipos de corrientes existentes, radica en que entre mayor sea el estudio de las mismas, mayor serán los beneficios que se pueden prestar a los pacientes, mediante el conocimiento de las características particulares de cada una, así como su efecto sobre el organismo.

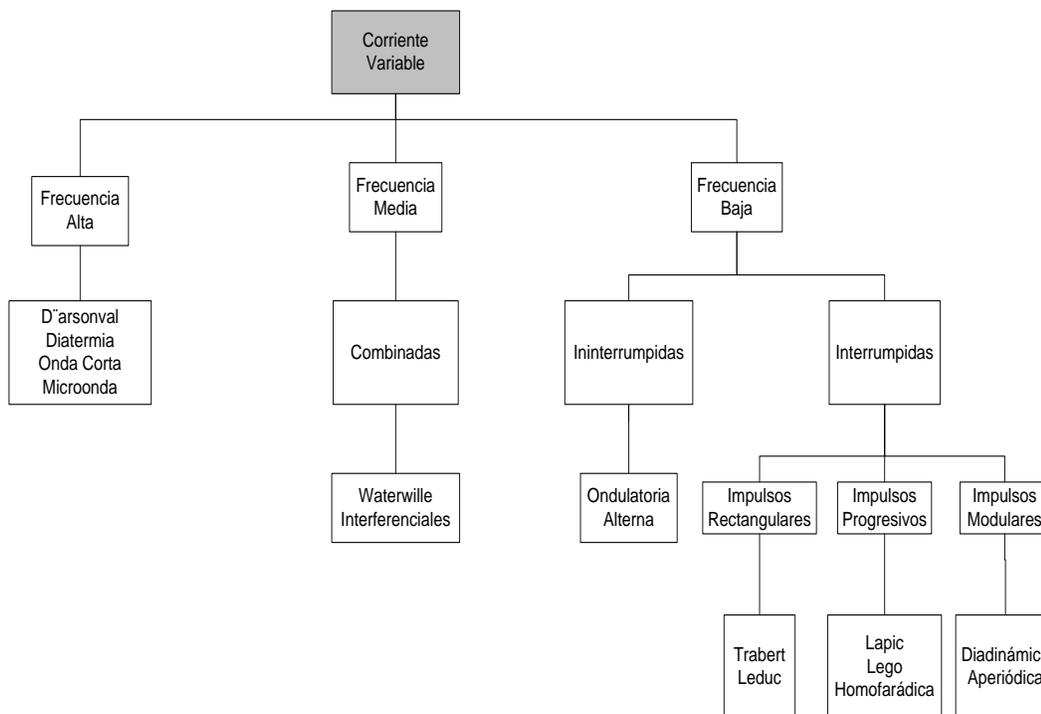
SEGÚN LA FRECUENCIA			
Continua o Galvánica			
Baja Frecuencia (<1000Hz)	Corrientes interrumpidas	Corrientes Ininterrumpidas	
Media Frecuencia (1000-10000 Hz)	Corrientes Interferenciales		
Alta Frecuencia (>1000 Hz)	Diatermia	Onda Corta	Microonda
SEGÚN LA FORMA			
Corriente Galvánica o Continua			
Corriente Variable	Interrumpidas	Impulsos Rectangulares	Trabert
			Leduc
		Impulsos Progresivos	Lapicque
			Legó
			Homofarádica
		Impulsos Modulares	Diadinámica
	Aperiódica		
	Interrumpidas	Ondulatoria	
		Alterna	
	Combinadas	Waterwille	
Interferenciales			

**Tabla 4.2:** Clasificación de las corrientes según frecuencia y forma.

En la Tabla 4.2 se menciona que las corrientes pueden ser clasificadas según su frecuencia y forma, sin embargo, para efectos de una mejor comprensión y tratando de abarcar ambas clasificaciones en una sola, se puede mencionar en base al cuadro anterior:

- a) Las corrientes variables de baja y mediana frecuencia se dividen en interrumpidas, ininterrumpidas y combinadas.
- b) Las corrientes de alta frecuencia se dividen en: Diatermia, Onda Corta y Microonda.
- c) Las corrientes interferenciales se encuentran dentro de las corrientes combinadas.

Esta forma de clasificar las corrientes, se plasma en la figura 4.8, la cual es un resumen del tipo de corrientes utilizadas en medicina física y será esta clasificación la que se utilizará para la explicación del efecto de cada de una de estas en fisioterapia



**Figura 4.8:** Clasificación de las corrientes frecuencia-forma

Con base en la figura 4.8 y lo antes mencionado, se puede decir entonces que las corrientes se clasifican en tres grandes grupos: **Corriente continua o galvánica, Corrientes variables, Corrientes de alta frecuencia.** Cada una de estas se estudiará a continuación:

#### **4.4.1.2.1 Corrientes Continua o Galvánica**

Corriente continúa o galvánica es aquella cuya dirección es constante, ininterrumpida y de intensidad constante, se le denomina constante porque mantiene su intensidad fija durante el tiempo de aplicación, la forma de esta corriente se ve en la figura 4.9. En ella, el flujo de cargas se realiza en el mismo sentido: del polo negativo al positivo para las cargas negativas, o del positivo al negativo si consideramos el flujo de cargas positivas. En cuanto a sus características físicas, la corriente galvánica es de baja tensión, entre 60-80 V, y de baja intensidad, como máximo 200 mA.



**Figura 4.9:** Forma de la corriente continua o galvánica

#### **a) Efectos fisiológicos de la corriente continua o galvánica**

La corriente galvánica presenta, en su aplicación terapéutica, dos efectos característicos, denominados efectos polares (los que se producen debajo de los electrodos) y efectos interpolares (los que se producen en el interior del organismo, en el segmento orgánico situado entre los dos polos).

Las respuestas fisiológicas directas principales derivadas de la estimulación galvánica son los cambios electroquímicos, que tienen lugar en las células y en los tejidos. Debido al flujo prolongado del la

corriente galvánica, la amplitud de corriente debe ser extremadamente baja y, por consiguiente, el efecto directo va a limitarse a los tejidos superficiales, piel, fundamentalmente.

**i. Efectos polares**

En la tabla 4.3 se muestra un resumen de los efectos polares o acciones ejercidas por cada electrodo de la corriente galvánica.

<b>Polo positivo (Ánodo)</b>	<b>Polo negativo (Cátodo)</b>
Oxidación	Reducción
Quemadura tipo acido	Quemadura tipo alcalino
Coagulación	Licuefacción
Liberación de O <sub>2</sub>	Liberación de H <sub>2</sub>
Rechazo de iones positivos	Rechazo de iones negativos
Acción sedante	Acción excitadora

**Tabla 4.3:** Efectos polares de la corriente galvánica

**ii. Efectos interpolares:**

- Acción vasomotora y trófica, la cual resulta de la activación de la circulación de la parte tratada.
- Acción sobre el sistema nervioso: produce vértigo voltaico y narcosis aplicado sobre el cráneo. Si se aplica en el Sistema Nervioso Central y periférico tiene acción analgésica, con mayor efecto en el polo positivo.
- Acción Térmica: es más importante en la zona de la piel en contacto con los polos.

**b) Aplicaciones Clínicas de las corrientes continuas o galvánicas**

- i.** Activación de la cicatrización de úlceras poco irrigadas.
- ii.** Consolidación ósea en el retardo de consolidación.

- iii. Terapia previa a otras técnicas de electroterapia, debido a que eleva la excitabilidad neuromuscular.
- iv. Efecto analgésico en neuralgias y mialgias.
- v. Efecto sedante general a través de baño galvánico.

#### **4.4.1.2.2 Corrientes Variables**

Se denominan corrientes variables a aquellas que sufren una variación con el tiempo ya sea de su amplitud o de su duración o de su frecuencia. Las corrientes variables son corrientes muy heterogéneas pero que tienen 3 aspectos en común: la intensidad está en constante variación en función del tiempo, las técnicas de aplicación son similares, los efectos terapéuticos y fisiológicos son similares.

De forma inicial se hizo mención que las corrientes variables pueden dividirse en:

- a) Corrientes Interrumpidas
- b) Ininterrumpidas
- c) Combinadas

A continuación se explica cada una de estas con sus respectivas subdivisiones:

#### **a) Corrientes Interrumpidas.**

En este tipo de corrientes el impulso depende de la intensidad, duración, pendiente de establecimiento, cese, polaridad y periodicidad. Si una corriente tiene todos los intervalos iguales, la corriente es rítmica o periódica, de forma contraria se denomina aperiódica. Cuando la corriente sigue un determinado patrón de modificación, se tiene una corriente modulada, aunque en el momento pudiera parecer aperiódica.

El tipo de corrientes interrumpidas que se conocen son:

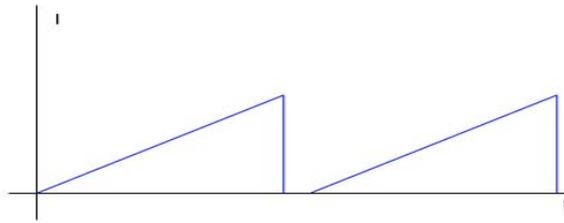
- i. Rectangulares
- ii. Progresivas
- iii. Modulares

**i. Rectangular:** La corriente crece hasta su valor máximo y decrece en un lapso muy corto de tiempo. Es decir la intensidad máxima se alcanza en breve tiempo. Las corrientes rectangulares se dividen en:

- **Corriente de Leduc:** el intervalo dura 10 veces más que el impulso.
- **Corriente de Traebert:** Es una corriente que se basa en una Galvánica, interrumpiéndola cada 5 mseg con un estímulo rectangular de 2 mseg y una frecuencia resultante de 142 Hz adecuada para estimular fibras de contracción rápida.

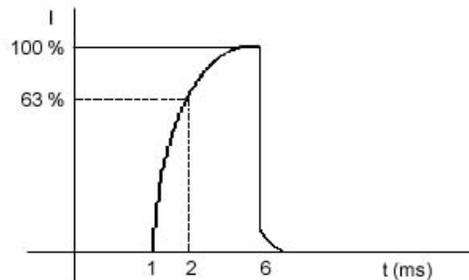
**ii. Progresivas:** Son aquellas que tardan un cierto tiempo en alcanzar su valor máximo. En estas corrientes las pendientes puede crecer de manera uniforme y rectilínea, es decir con menor o mayor pendiente, dicho crecimiento da origen a las corrientes progresivas lineales, o también pueden crecer de manera variable con una curva de tipo exponencial, dando origen a las corrientes progresivas exponenciales.

- **Corriente de Lapique** es un buen ejemplo de corriente lineal, cuyo establecimiento es muy lento y el cese es muy brusco, esta se muestra en la figura 4.10.



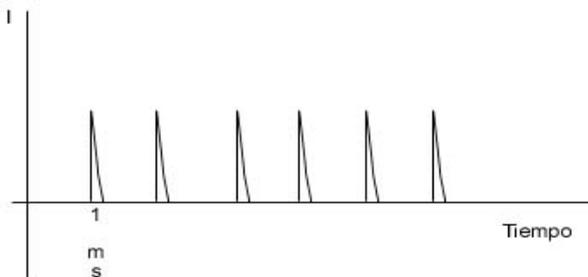
**Figura 4.10:** Forma de onda de corriente lapicque

- **Corriente Le Go:** Ejemplo de corriente exponencial, es decir su pendiente de crecimiento es variable, la característica principal de esta es que en un tiempo de 2 ms alcanza el 63% de su intensidad máxima, esta se muestra en la figura 4.11.



**Figura 4.11:** Forma de Onda de corriente Le Go

- **Corrientes Homofarádicas:** Se caracterizan por tener impulsos de 1 ms. de duración, esta se muestra en la figura 4.12.

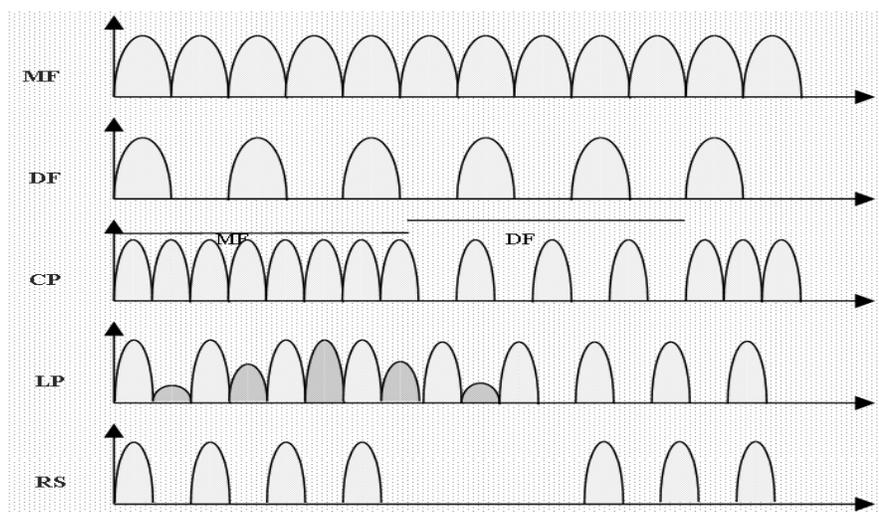


**Figura 4.12:** Forma de Onda de corriente Homofarádica

**iii. Moduladas:** son corrientes no homogéneas, pues los impulsos son diferentes unos a otros. Hay dos tipos principales:

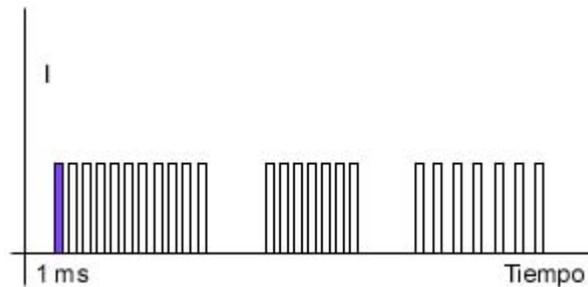
▪ **Corrientes Diadinámicas:** De una corriente homogénea se puede modular en intensidad, frecuencia o ambas a la vez. Encontramos a su vez varios tipos y sus formas de onda en la figura 4.13:

- Monofásica fija (MF): Frecuencia 50 Hz, Intensidad de 10 microsegundos y pausa igual.
- Difásica fija (DF): frecuencia 100 Hz y duración/reposo igual que el anterior.
- Cortos períodos (CP=MF+DF). Es monofásica fija durante el primer segundo, luego difásica fija otro segundo y así alternadamente.
- Largos períodos (LP). Es MF y en sus pausas se incluyen impulsos que son crecientes y decrecientes. Cada 5 segundos incluye una corriente diferente.
- Ritmo sincopado (RS) es MF con ritmos de interrupción que duran un segundo.



**Figura 4.13:** Formas de Onda para Corrientes Moduladas

- **Corrientes Aperiódicas:** Los impulsos son rectangulares e iguales, solo modulados en la duración de los intervalos. Cada impulso dura un milisegundo y están agrupados en trenes de onda cada 3-4 impulsos, en la figura 4.14 se muestra la forma de onda de estas corrientes.

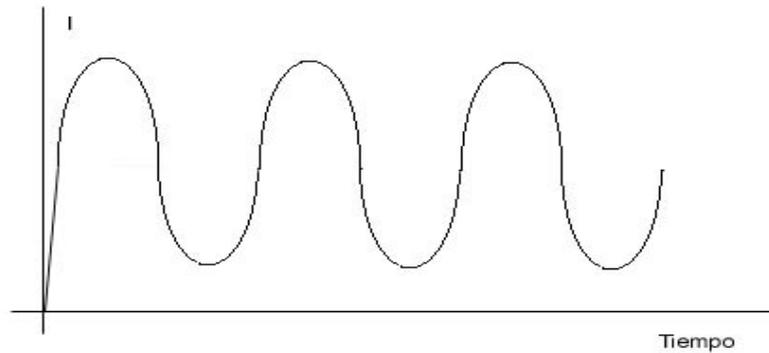


**Figura 4.14:** Forma de Onda de corriente Aperiódica

- b) Corrientes Ininterrumpidas:** Pueden variar en cuanto a su polaridad. Estas son tanto corrientes continuas como variables y se dividen en dos tipos:

- i. Corriente Ondulatoria
- ii. Corriente Alterna

- i. Corriente Ondulatoria:** Es una corriente alterna con una componente de continua. También puede decirse que es una corriente continua con variaciones sinusoidales, esta se muestra en la figura 4.15.



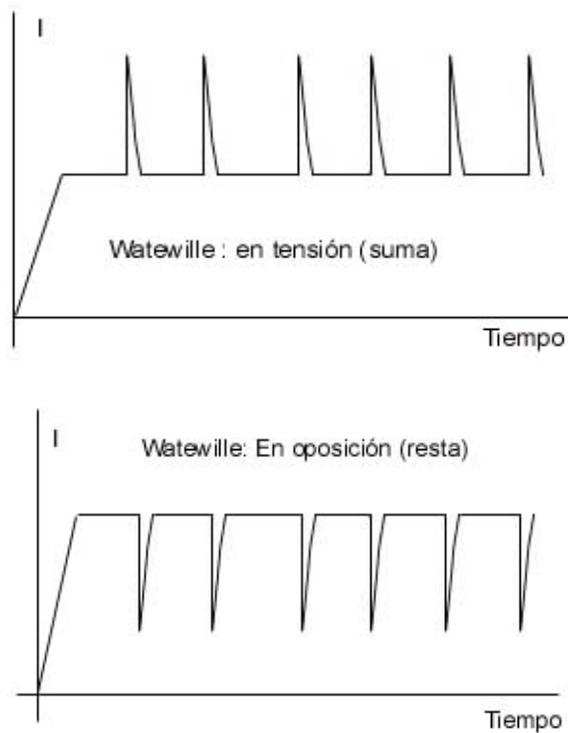
**Figura 4.15:** Formas de Onda de Corriente Ondulatoria

**ii. Corriente Alterna:** son corrientes de frecuencias comprendidas entre los 2500 Hz y los 10000 Hz moduladas por una corriente de baja frecuencia.

**c) Corrientes combinadas**

Estas pueden ser la mezcla de dos tipos de corrientes: Combinación de corriente galvánica + corriente farádica o mejor conocida como Corriente de Waterville; o la combinación de dos corrientes alternas de media frecuencia. Esto es lo que se llama corrientes interferenciales en las cuales es necesario usar 4 electrodos, las formas de onda de las corrientes combinadas se muestran en la figura 4.16.

Las corrientes interferenciales pueden aplicarse de dos modos, uno es denominado interferencia estable en el cual se utilizan dos electrodos y se hace pasar corriente entre estos dos electrodos fijos; o interferencia cinética el cual es un sistema de electromasaje, en este el fisioterapeuta se pone un guante que contiene electrodos y los va moviendo según convenga.



**Figura 4.16:** Formas de Onda corrientes Combinadas

**a) Efectos fisiológicos de las corrientes variables**

El principal efecto es el excitomotor, aunque también tiene un efecto analgésico. La contracción muscular por efecto excitomotor va a seguir la ley del todo o nada, es decir una fibrilla muscular o se contrae completamente por la acción de la corriente eléctrica, o no se contrae en absoluto. Esto va a depender principalmente de los siguientes factores:

- i. Temperatura:** A menor temperatura, mayor intensidad necesaria para obtener la respuesta muscular.
- ii. Ley de las acciones polares:** La excitación nace en el cátodo durante el cierre de la aplicación y muere en el ánodo durante la apertura.
- iii. Frecuencia:** Las frecuencias inferiores a 10 por segundo permiten contracciones musculares sucesivas con períodos de descanso. Si

se aumenta la frecuencia no se permite la relajación y se produce una contracción muscular sostenida o tétanos. El mantenimiento de frecuencias elevadas constantes puede provocar acostumbamiento, es decir una disminución de los efectos excitomotores y para evitarlo se realizan modulaciones en intensidad, frecuencia o ambos a la vez.

- iv. Pendiente:** La corriente excitante disminuye su eficacia a medida que disminuye su pendiente. Ante la repetición de los impulsos con baja pendiente, la fibra muscular eleva su umbral de contracción y se produce acomodación. Esta capacidad no es conservada por las fibras musculares alteradas, por lo que la aplicación de este tipo de impulsos permitirá la estimulación selectiva de las fibras alteradas.
- v. Intensidad:** La obtención de contracción muscular necesita alcanzar una intensidad umbral por debajo de la cual no existe respuesta. Esta intensidad es conocida como umbral. Tras la primera contracción, las siguientes son ligeramente mayores para intensidades constantes, pero si se siguen aplicando impulsos eléctricos, acabará por producirse el fenómeno de acomodación.
- vi. Tiempo o duración de los impulsos:** Con tiempos largos no se influye en la contracción muscular, pero al ir disminuyendo los tiempos de impulso, se llega a un momento en que es necesario aumentar la intensidad para mantener el mismo grado de contracción muscular.

En base a los factores antes mencionados, se puede decir que los efectos clínicos generales son:

- i.** Efecto Excitomotor
- ii.** Efecto Analgésico
- iii.** Efecto Vasomotor

### **i. Efecto Excitomotor**

- Facilitación y reeducación de la acción muscular en músculos con lesiones, accidentes, atrofas, etc.
- Aprendizaje de una acción muscular nueva, que no se realiza por trasplante muscular, variación de las inserciones musculares, etc.
- Como electrogimnasia para evitar que se atrofie una musculatura denervada
- Hipertrofia muscular: para aumentar muscularmente uno inicialmente sano
- Incontinencia urinaria: reeducación de la musculatura esfinteriana

### **ii. Analgesia**

- Ayuda y brinda analgesia a patologías de origen:
- Origen nervioso: Neuralgias, neuritis y radiculopatía
- Origen muscular: Mialgias y secuelas musculares postraumáticas.
- Origen articular: contusiones, esguinces y periartritis.

### **iii. Efecto vasomotor y trófico**

- Hiperemia para aumentar el riego sanguíneo.
- Mejora de la circulación en cualquier traumatismo que precise cicatrización.
- Hipertermia en personas con sensibilidad al calor muy disminuida.
- Mejora del retorno venoso y linfático: edema, úlceras por decúbito, cicatrizaciones retardadas, etc.

#### **4.4.1.2.3 Corrientes de Alta Frecuencia**

Las corrientes de alta frecuencia son aquellas cuya frecuencia supera los 10.000Hz, se caracterizan porque producen calor en gran profundidad. Las corrientes de alta frecuencia no tienen efecto excitomotor.

Dentro de las corrientes de alta frecuencia se encuentran de tres tipos:

- a)** Onda Corta
- b)** Microonda
- c)** Diatermia

Las dos primeras se estudian a continuación:

##### **a) Onda Corta**

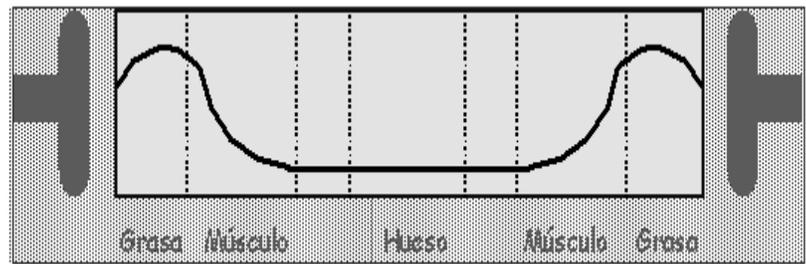
La terapia de onda corta es una forma de electroterapia de alta frecuencia, con longitudes de onda que varían entre 10 y 100 metros. Estas oscilaciones no causan despolarización de las fibras nerviosas, pero se corre el riesgo de que la energía electromagnética se convierta en energía térmica dentro del tejido corporal humano.

Las corrientes de onda corta tienen dos métodos de aplicación:

##### **i. El método capacitivo**

Con este método la parte del cuerpo a tratar se coloca en un campo eléctrico rápidamente cambiante, entre dos placas capacitivas, como se muestra en la figura 4.17, dando lugar a dos tipos de corrientes:

- Corriente de conducción: que produce calor en el tejido de acuerdo con la Ley de Joule.
- Corriente de desplazamiento: es únicamente desplazamiento de energía que no produce ningún efecto fisiológico debido a que no es una corriente real, ya que no desarrolla energía, solo se desplaza.



**Figura 4.17:** Aplicación de corrientes de onda corta por método capacitivo

## ii. El método inductivo

El efecto terapéutico del método inductivo se obtiene colocando la parte del cuerpo a tratar en un campo magnético alternante. Este campo lo genera una bobina, produciendo calor según la Ley de Joule, siendo los tejidos ricos en agua los que se calientan más rápidamente (tejido graso). Se generan mediante una bobina o solenoide arrollado generalmente en un miembro superior o inferior a tratar.

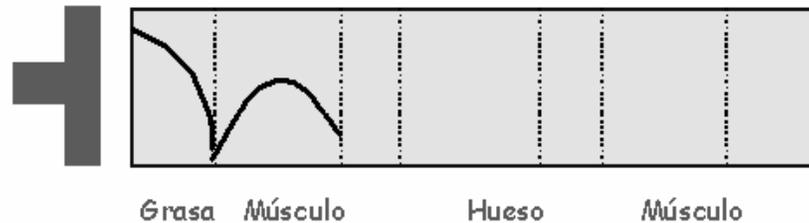
Las corrientes de Onda Corta al igual que las variables y galvanizas poseen efectos fisiológicos dentro del organismo, estos son:

### ▪ Efectos fisiológicos de la onda corta

- Acción favorecedora de la circulación: dilatación de arterias y capilares
- Sobre la sangre: tiempo de coagulación reducido, mayor descarga de leucocitos, etc.
- Activación de los procesos metabólicos: la vasodilatación local aumenta el suministro de nutrientes y  $O_2$  y acelera la eliminación de residuos metabólicos en la zona tratada
- Aumento de la temperatura corporal y reducción de la presión sanguínea

### a) Microonda

También se denomina radar, acá se emplean varias frecuencias: 915, 434 y 2450 Hz. La microonda se produce con un magnetrón que se aplica al cuerpo del individuo a través de una antena, en este tipo de terapia ya no se emplean electrodos, en la figura 4.18 se muestra la forma de aplicación de la microonda en el organismo.



**Figura 4.18:** Aplicación de la microonda en el organismo

#### ▪ Efectos fisiológicos de la Microonda

La penetración depende de la longitud de onda, es decir, a menor longitud menor penetración, aunque también está influenciada por la hidratación, en la cual a menor hidratación del tejido mayor penetración. Otro factor es la aparición de estratos de diferente naturaleza (el paso de piel a músculo por ejemplo).

Con la microonda, como se aprecia en la figura 4.18, se calienta bastante la grasa, pero disminuye muy rápidamente, calentando otra vez en el músculo y sin llegar al hueso. Entonces los efectos térmicos de la microonda son:

- Calentamiento de tejidos.
- Generación de vasodilatación.
- Produce leucocitosis transitoria y disminución de la velocidad de sedimentación de la sangre.
- Tiene un efecto antiinflamatorio y analgésico.

#### **4.4.2 Tecnologías utilizadas en electroterapia**

Se considera como los equipos médicos más representativos en el área de la electroterapia, el electroestimulador y el estimulador eléctrico transcutáneo (TENS). La diferencia principal entre ambos radica en que el primero es mayormente utilizado para patologías en las cuales los músculos poseen atrofia debida a la falta de movimiento y el segundo ayuda mayormente a calmar o disminuir el dolor. A continuación se describirán los funcionamientos de cada uno de estos, junto con las patologías de tratamiento.

##### **4.2.2.1 Electroestimulador**

La electroestimulación es la técnica que utiliza la corriente eléctrica, para provocar una contracción muscular, mediante un electroestimulador. Este es un generador de corriente, que produce impulsos eléctricos con la energía suficiente para generar un potencial de acción en las células excitables: musculares o nerviosas y así modificar su estado habitual, que es el reposo.

En la electroestimulación se trabaja con corrientes exitomotrices, las cuales son aquellas que provocan contracciones en el músculo esquelético por estimulación directa de las fibras eferentes motoras en un tronco nervioso o en un punto motor del músculo.

Se pueden diferenciar dos términos:

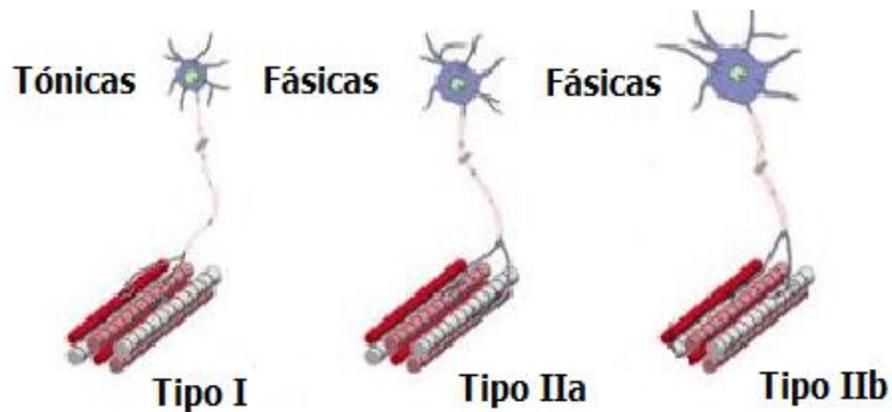
- a)** Estimulación Eléctrica Neuromuscular (EENM), definida como la estimulación eléctrica del músculo inervado, que se realiza a través de las fibras nerviosas motoras que lo inervan.
- b)** Estimulación Eléctrica Muscular (EEM), definida como la estimulación que se aplica directamente en el músculo denervado, y cuyo objetivo primordial es mantener su tropismo.

Con el fin de obtener una contracción parecida a la fisiológica normal se aplican impulsos a frecuencia tetanizante moduladas en forma de trenes o salvas de ascenso y descenso progresivo. Debido a que se desea obtener

durante la electroestimulación una contracción parecida a la fisiológica, como se mencionó anteriormente, es necesario conocer las cualidades de las fibras musculares, ya que de la comprensión de las mismas dependerá la aplicación de una buena terapia. Por ello se puede decir que las fibras musculares se dividen en dos tipos: Rojas tipo I, las cuales son denominadas lentas o tónicas y las Blancas tipo II denominadas rápidas o fásicas. Las blancas se dividen en tipo IIa y IIb; la representación de las mismas se puede ver en la figura 4.19. Las características morfofuncionales de las fibras musculares esqueléticas se muestran en el tabla 4.4:

	<b>Tónicas</b>	<b>Fásicas</b>	
	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo IIa</b>	<b>Tipo IIb</b>
<b>Velocidad de contracción</b>	Lenta	Rápida	Rápida
<b>Irrigación</b>	Abundante	Abundante	Pobre
<b>Metabolismo</b>	Aerobio	Anaerobio	Anaerobio
<b>Mitocondrias</b>	Muy alta	Alta	Pobre
<b>Mioglobina</b>	Muy alta	Alta	Baja
<b>Resistencia</b>	Alta	Baja	Baja
<b>Inervadas por:</b>			
<b>Motoneuronas</b>	Pequeñas	Grandes	
<b>Velocidad de conducción</b>	Baja	Alta	
<b>Frecuencia de descarga</b>	Baja	Alta	

**Tabla 4.4:** Propiedades de las fibras musculares



**Figura 4.19:** Tipos de fibras musculares

La electroestimulación puede producir potenciales de acción en nervio y músculo que son indistinguibles de los generados por la acción del sistema nervioso. Se estimulan tanto fibras motoras como sensitivas y neurovegetativas. A continuación se menciona los factores que influyen en la respuesta resultante para producir una contracción muscular en electroestimulación.

#### **4.4.2.1.1 Factores que influyen en la respuesta neuromuscular en electroestimulación.**

En la electroestimulación a través de una despolarización de la membrana muscular o nerviosa se origina un potencial de acción el cual es el encargado de producir la contracción muscular. Esta contracción muscular resultante está influenciada por varios factores como son:

- a)** Intensidad.
- b)** Duración del impulso.
- c)** Pendiente del impulso.
- d)** Frecuencia del impulso.
- e)** Formas de Onda
- f)** Intervalo de frecuencia de trabajo
- g)** Modos de trabajo

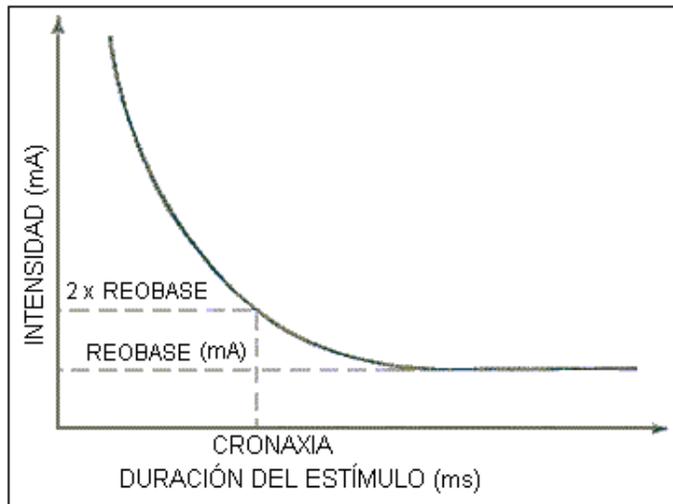
**a) Intensidad:**

Si se estimula un músculo o un nervio partiendo de una intensidad cero, los primeros estímulos no provocan contracción muscular, subiendo la intensidad, llega un momento en el que el músculo comienza a contraerse; a este estímulo se le denomina estímulo umbral. Este umbral de excitación marca el límite entre una intensidad eficaz e ineficaz, aumentando la intensidad del estímulo, la contracción se hará cada vez más evidente hasta que llega un momento en el que la amplitud de la contracción deja de aumentar y permanece estable, llegando al estímulo supramáximo. Es importante mencionar el concepto de reobase que se define como el valor de la intensidad del estímulo umbral cuando se utiliza impulsos rectangulares de 1seg. de duración.

**b) Duración del impulso:**

Cuanto menor sea la duración del impulso mayor será la intensidad que se tendrá que emplear para producir una contracción umbral. Por ello es importante conocer el término de *cronaxia* que se define como el valor de la duración de un impulso rectangular capaz de producir una contracción umbral, cuando se utiliza una intensidad doble a la de la reobase.

Las intensidades y las duraciones se registran en un sistema de coordenadas conformando una curva a manera de hipérbola equilátera, que se denomina curva intensidad- tiempo, la cual se muestra en la Figura 4.20.



**Figura 4.20:** Curva intensidad tiempo

La importancia de esta curva de intensidad-tiempo en electroestimulación se fundamenta por las siguientes razones:

- i.** Orienta claramente hacia la patología padecida.
- ii.** Se investiga la intensidad mínima necesaria con los distintos tiempos de impulso.
- iii.** Indica que la forma más eficaz para conseguir dichos objetivos son los impulsos de subida vertical (rectangulares o cuadrados).
- iv.** Se busca el mejor tiempo de impulso para el tratamiento.

**c) Pendiente del impulso:**

Consiste en la rapidez con la que la corriente alcanza su máxima intensidad. Se plantea que si la corriente se va estableciendo progresivamente no se produce la contracción muscular, a menos que se eleve la intensidad. Es decir si la pendiente es muy larga se tendrá que emplear intensidades altas para producir contracción. A este fenómeno se le conoce como acomodación y tiene valores comprendidos entre 4-6 A/s. cuando se trata de un músculo normal.

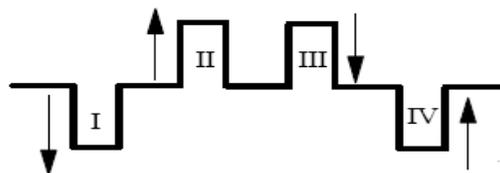
#### **d) Frecuencia del impulso:**

Este es un parámetro que se puede utilizar en dependencia del tipo de fibra muscular que se quiere estimular, se trataría de estimular a la fibra muscular con frecuencias similares a las propias de la fisiología muscular. En este sentido es importante conocer las características que diferencian los diferentes tipos de fibras musculares, las características particulares de las fibras musculares se presentan en el cuadro 4.4.

#### **e) Formas de onda**

Se debe propiciar la estimulación con ondas que posean cambios abruptos en cumplimiento de la Ley de Fplüger, la cual hace mención a la influencia de la dirección de la corriente, o mejor dicho la influencia de la dirección del impulso del gradiente de potencial a través de las membranas musculares, en la figura 4.21 se ilustra la ley de Fplüger, la cual se refiere a la estimulación directa e indirecta del músculo, y para los músculos no degenerativos produce la siguiente información:

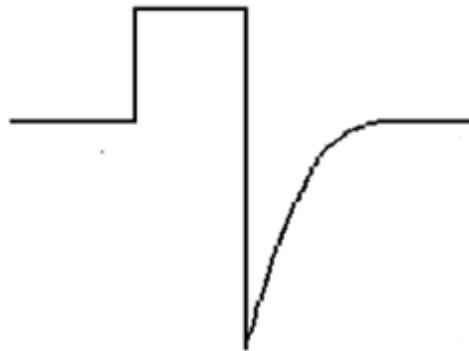
- I.** El mayor efecto es producido por la caída de pulso negativo.
- II.** El segundo mayor efecto es producido por la subida de pulso positivo.
- III.** El tercer mayor efecto es producido por la caída de pulso positivo.
- IV.** El cuarto mayor efecto es por la subida de pulso negativo.



**Figura 4.21:** Ilustración de la ley de Fplüger

Siguiendo esta ley, se debe decir que las corrientes más adecuadas para electroestimulación serían:

- i. Pulsos bipolares de amplitud y frecuencia variable.
- ii. Onda bipolar: en la cual se puede observar el cambio abrupto de un estado a otro, se ve la rapidez con que pasa de una amplitud de  $2/3$  a  $1/3$  (Figura 4.22).

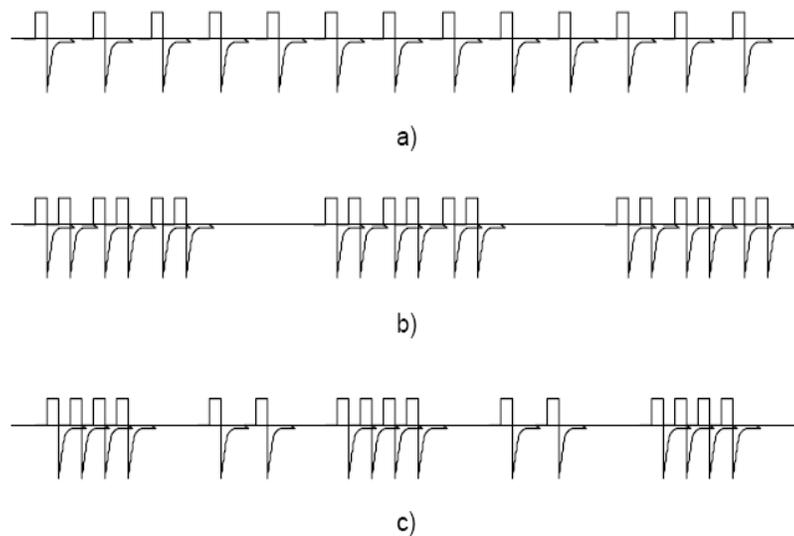


**Figura 4.22:** Ondas bipolares

- f) **Intervalo de frecuencias de trabajo.** La frecuencia de trabajo depende del tipo de tratamiento clínico, siendo común variar la frecuencia de forma continua y poseer uno o dos campos de trabajo (baja frecuencia y alta frecuencia), asociadas al intervalo desde 0,05 Hz a 500 Hz o extendido hasta 1 kHz.
- g) **Modos de trabajo.** Durante el desarrollo de las sesiones de estimulación es conocido experimentalmente que después de un cierto tiempo, el paciente suele adaptarse al estímulo, lo cual impone diferentes modos de trabajo:
  - i. **Modo continuo:** Estimulación eléctrica a una frecuencia fija.  
Figura 4.23 (a)

**ii. Modo discontinuo o interrumpido:** Los tiempos de estimulación e interrupción de estímulo pueden ser ajustados de forma independiente de acuerdo al tratamiento. Figura 4.23 (b)

**iii. Modo mixto:** Estimulación eléctrica continua con diferentes frecuencias a intervalos determinados previamente. En ocasiones suele incorporarse generación aleatoria de frecuencias de estimulación. Estos modos de trabajo se ven en la Figura 4.23 (c).



**Figura 4.23:** Modos de estimulación: a) continuo, b) interrumpido, c) mixto

#### 4.4.2.1.2 Efectos Fisiológicos de la electroestimulación.

##### a) Tratamiento de la atrofia por desuso.

Este es un tratamiento clásico de la estimulación por trenes de pulsos. Actualmente muchos equipos permiten programar tratamientos con pulsos compensados y trenes modulados. Más sofisticada es la posibilidad de programar fases sucesivas de tratamiento en la misma sesión (calentamiento o preparación, trabajo o contracción eficaz y final o relajación).

**b) Potenciación del efecto de bomba muscular.**

En pacientes comatosos, anestesiados o con parálisis centrales, la falta de actividad muscular disminuye o anula el efecto de bomba muscular imprescindible para una adecuada circulación de retorno.

Las contracciones musculares rítmicas por neuroestimulación contribuyen a la profilaxis de la trombosis. Aplicación clásica es con impulsos simples. Con pulsos compensados y trenes modulados las contracciones pueden ser más prolongadas y mejor toleradas.

**c) Ayuda en la reeducación muscular.**

La estimulación selectiva sincronizada con el intento de control voluntario ayuda a la reorganización del esquema motor, requiriendo colaboración por parte del paciente. Aplicación clásica con pulsos aislados.

**d) Ayuda en la relajación de contractura refleja o antiálgica.**

Las contracciones rítmicas tienen un efecto descontracturante muscular útil en casos de lumbalgia o dolores articulares, es importante definir el tipo de contractura y la oportunidad de disminuirla.

**e) Brinda tratamiento al paciente espástico.**

Existe indicación cuando la espasticidad es intensa y difusa e interfiere con la actividad motora conservada. La sesión de tratamiento no debe ser aislada y debe seguirse con ejercicios activos o actividades diarias. Tratamientos inadecuados pueden aumentar la espasticidad. Se realiza la terapia tonolítica directa e indirecta, la terapia monolítica por estimulación de sensación y la estabilización articular.

**f) Tratamiento de la incontinencia urinaria.**

Generalmente se aplica pulsos simples compensados y trenes modulados.

**g) Ayuda en la Potenciación muscular.**

Está indicada tras períodos de reposo, en que se ha hecho evidente la presencia de atrofia muscular, en el manejo de desequilibrios musculares que causan inestabilidad en articulaciones de carga como las rodillas, y luego indican cambios degenerativos intrarticulares, o en la preparación deportiva, se realiza en músculos sanos con buena tolerancia al esfuerzo. La mayoría de los programas utilizan frecuencias medias de 50 -100 Hz. Debe mantenerse un trabajo muscular activo adecuado para mantener una hipertrofia duradera.

**h) Ayuda en recuperación de sensaciones propioceptivas.**

Las contracciones derivadas del estímulo eléctrico favorecen la llegada de información aferente a los diferentes niveles hasta la corteza cerebral, esto a su vez desencadena respuestas eferentes específicas y fisiológicas que estimulan la recuperación.

**4.4.2.1.3 Efectos secundarios de la electroestimulación**

- a) Aplicaciones a nivel del tórax.
- b) En pacientes con trastornos de la presión sanguínea.
- c) Aplicaciones en mujeres embarazadas.
- d) En las proximidades de un aparato de diatermia (onda corta y microondas), no debe aplicarse electroestimulación, porque las ondas electromagnéticas alteran los parámetros de aplicación y ello pudiera ocasionar al paciente trastornos.
- e) Cuando las corrientes han de atravesar zonas con gran cantidad de tejido adiposo.
- f) Desaconsejable en niños pequeños, personas muy seniles, enfermos mentales o pacientes con cualquier alteración que no haga posible obtener una adecuada información del nivel de estimulación que el individuo está percibiendo.

- g)** Contraindicado en trastornos vasculares, como una tromboflebitis o una trombosis.
- h)** Contraindicado en portadores de marcapasos o en insuficiencia cardiaca.

#### **4.4.2.1.4 Aplicaciones Clínicas de la electroestimulación**

En la tabla 4.5 se muestra las aplicaciones clínicas mas utilizadas en electroestimulación.

<b>Aplicaciones clínicas electroestimulador</b>	
atrofia muscular	Fractura metafisiaria del fémur
contracturas musculares	osteotomías
trombosis	hemiplejia, paraplejia, cuádruplejia
músculos paralizados	monoparesia
Lesiones de rodilla	diparesia
dolor dorsal,	artrosis reumatoide
traumatismo óseo y articular	ulceras vasculares
seudoartrosis	ulceras isquémicas

**Tabla 4.5:** aplicaciones clínicas electroestimulación

#### **4.4.2.2 Estimulador nervioso eléctrico transcutáneo (TENS)**

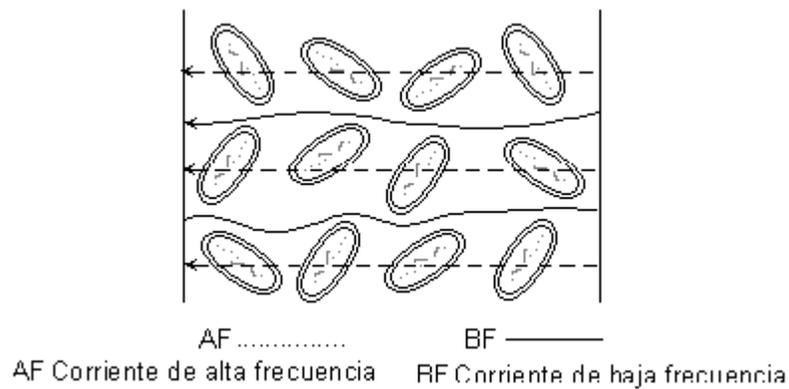
##### **4.4.2.2.1 Principio de funcionamiento del TENS**

Las células son de tamaño desigual y con funciones muy diferentes, por esto, cada tejido tiene una constitución heterogénea que lleva a enormes diferencias en la conductividad de estos.

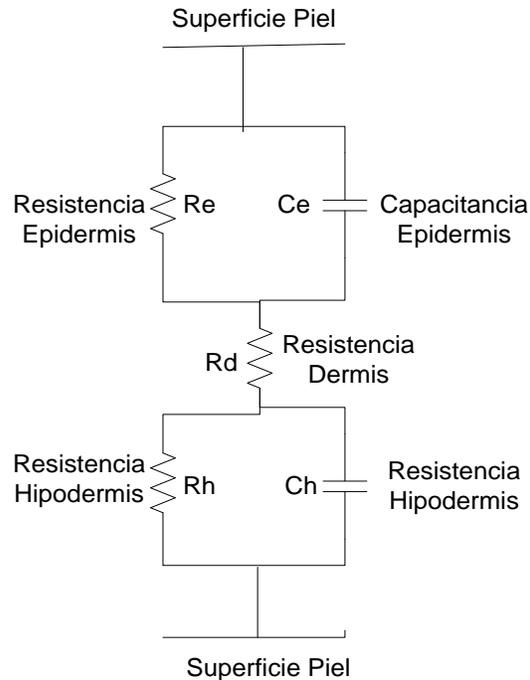
El organismo como un conductor dado su constitución, se puede dividir de la siguiente manera:

- a) Tejidos poco conductores: huesos, grasa, piel callosa y gruesa, pelo y uñas.
- b) Tejidos medianamente conductores: piel, tendones, fascias gruesas y cartílagos.
- c) Tejidos relativamente buenos conductores: sangre, linfa, líquidos intra y extracelulares, tejidos musculares, vísceras, hormonas, tejido conjuntivo, líquidos, jugos orgánicos y tejido nervioso.

A nivel celular en un fluido intersticial con un elevado número de células las membranas de éstas tienen una capacitancia alta. A frecuencias muy altas la capacitancia de la membrana permite el paso de la corriente alterna y la corriente fluye por todas partes de acuerdo a la conductividad local iónica (ver Figura 4.24). Por esta razón el tejido se puede modelar como una serie de elementos resistivos y capacitivos al paso de la corriente, como se muestra en la figura 4.25.



**Figura 4.24:** Corriente a través de las células del tejido

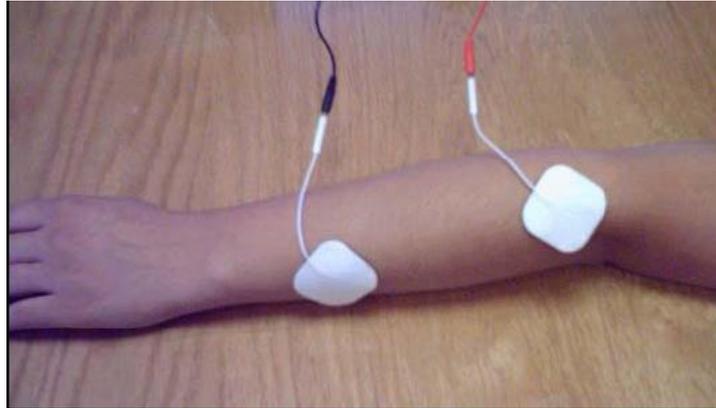


**Figura 4.25:** Modelo de la piel como elementos resistivos y capacitivos

El efecto que se logra en un tejido al dar electroterapia está en función de la intensidad de corriente, de la tensión, la frecuencia, forma de onda y duración del paso de la corriente.

Dependiendo de estas variables, se pueden obtener resultados terapéuticos muy buenos estimulando a nivel sensitivo, motor o dando un efecto térmico, pero si no se manejan estas variables adecuadamente las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo pueden ocasionar desde lesiones físicas secundarias, tetanización, asfixia, quemaduras hasta llegar a la fibrilación ventricular. Es importante resaltar que con una intensidad elevada se puede ocasionar fibrilación ventricular sin ninguna alteración en la piel.

Para dar electroterapia el paciente se conecta al TENS por medio de electrodos, en ese momento el paciente forma parte de un circuito eléctrico que lo ve como un elemento que presenta cierta impedancia al paso de la corriente, como se muestra en la Figura 4.26



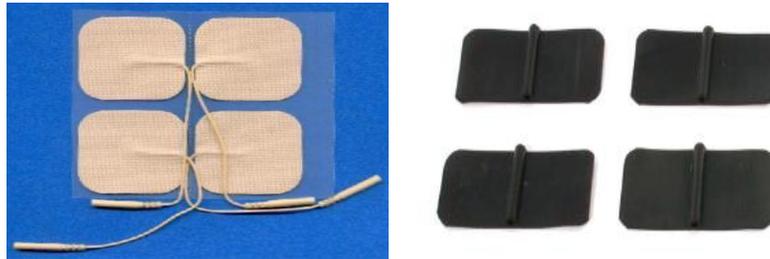
**Figura 4.26:** Fotografía de una persona conectada al equipo

Un electrodo es usado para detectar potenciales de origen biológico o transmitir energía eléctrica como en el caso de los electroestimuladores. La sensibilidad del paciente al paso de la corriente cambia dependiendo del grado de humedad en la piel, la temperatura, el tipo de piel, duración del paso de la corriente, de la superficie de contacto y de la presión de contacto, por esto, es importante determinar el tamaño y tipo de electrodos dependiendo de la zona del cuerpo a tratar y del tipo de paciente.

Debido a que la impedancia se encuentra en función de la densidad de corriente, los electrodos con área grande tienden a tener baja impedancia o baja densidad. En el caso de los electrodos con área pequeña, como los de aguja o microelectrodos tienen muy alta impedancia y por tanto alta densidad de corriente. Esto quiere decir que entre más grande sea el electrodo disminuye su impedancia y densidad, y por lo tanto opone menos resistencia al paso de la corriente.

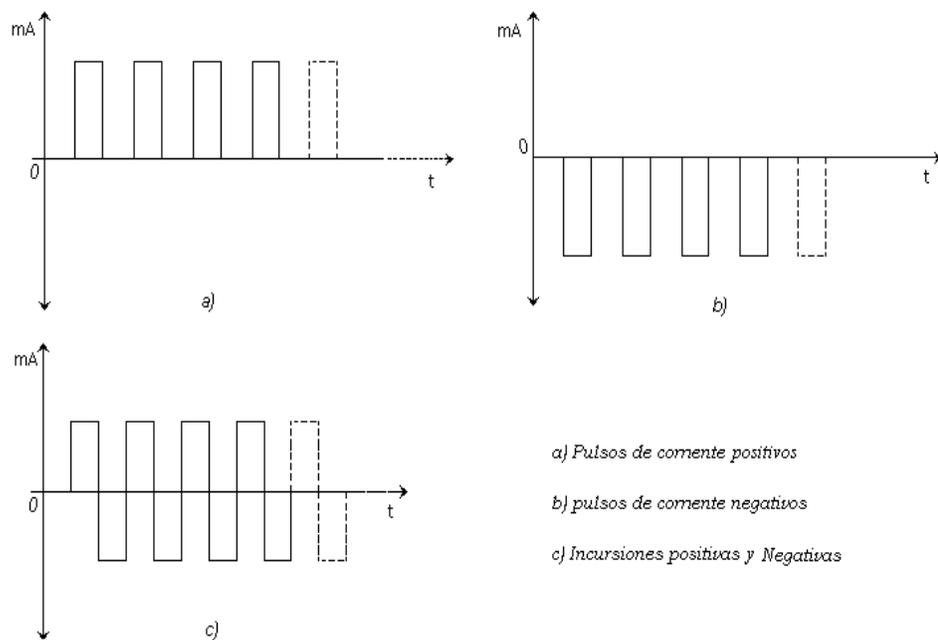
Para la electroestimulación con TENS por lo general se utilizan los electrodos autoadheribles que contienen un gel electrolítico que sirve como interfase entre la piel y el electrodo disminuyendo la impedancia entre estos, permitiendo una mayor conducción. También se utilizan los

electrodos de caucho, estos son más utilizados porque son más durables, no requieren gel, sólo se necesita mojarlos con agua y para colocarlos se utilizan bandas sujetadoras, estos se ven en la figura 4.27.



**Figura 4.27:** electrodos autoadheribles y de caucho respectivamente

El TENS (tejido estimula a nivel sensitivo), es decir, el paciente sólo siente un leve hormigueo en la piel, o a nivel motor utilizando pulsos de corriente directa que pueden ser tanto positivos como negativos (monopolares) o con las dos incursiones, es decir, con pulsos de corriente alterna (bipolares). Como se ve en la Figura 4.28.

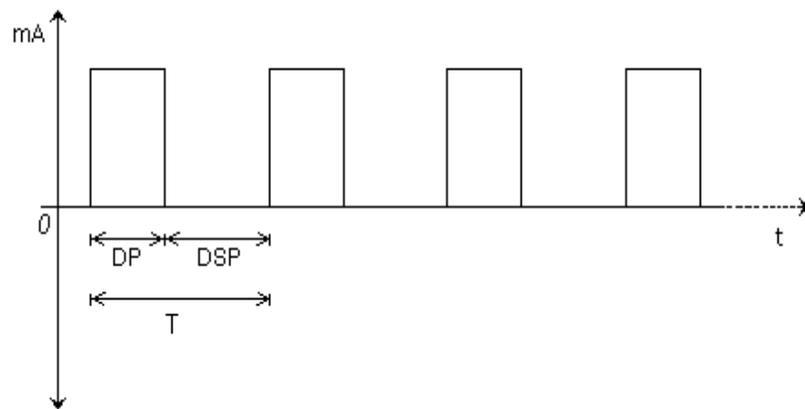


**Figura 4.28:** Pulsos de corriente que utiliza el TENS

Esta señal de pulsos de corriente maneja una intensidad de 1 mA hasta 120 mA, una frecuencia de trabajo de 1 a 250 Hz y la duración del pulso puede ir de 50 a 400 $\mu$ s, manejándose por lo general tres modalidades de trabajo: frecuencia fija, burst y modulado.

#### 4.4.2.2 Tipos de Corrientes para TENS

**a) Modalidad con frecuencia fija:** Se le llama a la corriente que no cambia su frecuencia durante el tiempo de la terapia, como se muestra en la figura 4.29. A esta modalidad se le llama continua, pero este término sólo hace referencia a que la frecuencia que permanece fija durante todo el tratamiento, en este caso, no se debe confundir con la corriente continua o galvánica, que se refiere a una corriente sin frecuencia y a una intensidad que se mantiene constante en el tiempo.



**Figura 4.29:** Señal de pulsos sin cambio en la frecuencia

El periodo de la señal T es igual:

$$T=DP+DSP$$

Donde:

DP= Duración del pulso

DSP= Duración sin pulso

La frecuencia F es igual:

$$F=1/T$$

Donde:

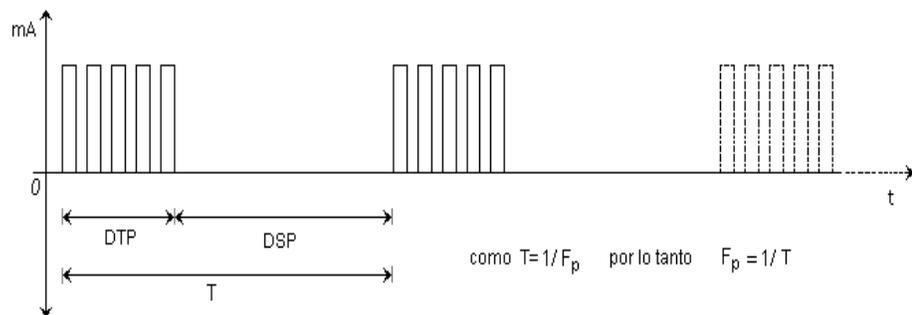
T=periodo

Por ejemplo: si la señal tiene una duración de pulso de 300 $\mu$ s y una duración sin pulso de 20ms el periodo es de:

$$T= 300\mu s + 20ms= 20.3ms$$

Por lo tanto la frecuencia es de  $F= 1/20.3ms=49.26$  Hz

**b) Modalidad Burst:** Se refiere a una electroestimulación con trenes de pulsos como se muestra en la figura 4.30.



**Figura 4.30:** Trenes de pulsos

Estos trenes pueden contener de 5 a 10 pulsos que manejan una frecuencia F de 1 a 250 Hz, pero la frecuencia con la que los trenes pasan va de 1 a 10 Hz, esta frecuencia es conocida como frecuencia envolvente o frecuencia burst y se calcula como el inverso del periodo

$$F_p=1/T$$

Donde:

T= Periodo de la señal envolvente

Y se obtiene mediante:

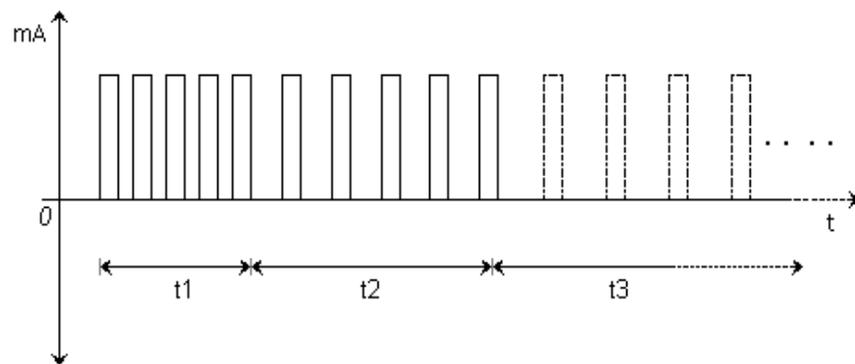
$$T=DTP+DSP$$

Donde:

DTP= Duración del tren de pulsos (también conocida como duración burst)

DSP= Duración sin pulsos.

- c) Modulación:** en este modo se programa el TENS para que la terapia sea con modulación en frecuencia, por ejemplo en un primer tiempo  $t_1$ , la señal tendrá una frecuencia de 100Hz, en un segundo tiempo  $t_2$ , la señal decreta su frecuencia a 80 Hz y así sucesivamente (ver figura 4.31), también el cambio de frecuencia puede ser de manera ascendente.



**Figura 4.31:** Modulación en frecuencia

Lo que se consigue con esta modalidad es que en el tiempo total de la terapia se estimula al paciente con diferentes frecuencias.

#### 4.4.2.2.3 Efectos fisiológicos TENS

- a) Disminución del reflejo flexor:** Directamente relacionado con la sensación subjetiva de vibración. La inhibición es progresiva y persiste después de la estimulación.
- b) Elevación del umbral cutáneo e hipoalgesia local**

- c) Alteraciones en la inervación recíproca con efecto relajante del dolor muscular.
- d) Aumento de la circulación medular:** por estimulación de la rama sensitiva radial, pero no por estimulación de la rama motora, lo que sugiere cambios en el metabolismo neuronal por activación nerviosa periférica.
- e) Vasodilatación:** mecanismo de analgesia en los dolores miofasciales.

#### **4.4.2.2.4 Efectos Secundarios del TENS**

A continuación se muestra un listado general de contraindicaciones donde no se debe de aplicar electroterapia por medio de TENS. El uso de estos, programación y colocación dependerá de la prescripción médica específica para cada paciente.

- a) Sobre los ojos
- b) Sobre los órganos reproductores
- c) Durante el embarazo
- d) Sobre epífisis abiertas en niños
- e) Sobre un marcapasos
- f) Sobre una lámina abierta
- g) Sobre endoprótesis superficial o implante metálico.
- h) En zonas anestesiadas
- i) No aplicar electrodos en zonas alteradas de la piel.
- j) No utilizar dentro de una tina de hidroterapia

#### **4.4.2.2.5 Aplicaciones clínicas para TENS**

A continuación se muestra en el cuadro 4.5 un resumen que contiene las principales patologías o aplicaciones clínicas más importantes, que tratan los estimuladores eléctricos transcutáneos (TENS). Estas se muestran a continuación:

<b>Aplicaciones clínicas TENS</b>		
Artritis reumatoide	Dolor branquial del plexo	Dolor en labor y post-labor de parto.
Osteoartritis	Post-amputación	Angina de pecho inestable
Dismenorrea	Post-cirugía ortopédica	Post-fracturas múltiples de costilla
Post-cirugía abdominal	Post- reemplazo total de articulación	Dolor cervical
Post-cirugía de tórax	Post- cirugía espinal	Dolor post-traumático agudo
Dolor crónico resultado de varios desórdenes	Post-colecistectomía	Dolor artrófico de Sudeck
Post-terapia neurálgica	Lesiones perineales abiertas	Distrofia simpática refleja
Dolor parapléjico	Inestabilidad ideopática del músculo detrusor.	Disfunción de miembro superior postaccidente cerebro vascular
Neuropatías periféricas	Sobreactividad del músculo detrusor	Espasticidad post-accidente cerebro vascular
Neuralgia trigeminal	Distonia post-trauma cervical	

**Cuadro 4.5:** Patologías tratadas a través del TENS

#### **4.5 Termoterapia**

El calor es una forma de energía que poseen todos los objetos materiales. Cuando un objeto se calienta, sus moléculas vibran con más energía, aumentan su movimiento y, por tanto, su energía cinética. Al enfriarse, un objeto caliente pierde energía térmica, pero no pierde todo su calor, simplemente tiene menos energía térmica que antes.

Hay dos conceptos importantes que hay que tener en mente al momento de estudiar las propiedades terapéuticas de la termoterapia, uno es "el calor específico" y la "transferencia térmica", pero el más importante a ser estudiado es el que se refiere a la transferencia térmica.

#### **4.5.1 Principio físicos de la Termoterapia**

##### **a) Transferencia Térmica**

El ser humano se encuentra expuesto a variaciones, tanto de la temperatura ambiental como interna; al ser un organismo homeotermo, debe mantener su temperatura interna relativamente constante, cercana a los 37°C.

La temperatura corporal no es uniforme. Así, la temperatura cutánea (superficial) es diferente en las diferentes regiones corporales y varía entre 29 y 34°C. A cierta profundidad de la piel, la temperatura se hace uniforme: temperatura profunda. Esta temperatura, en condiciones normales, es de 37°C aproximadamente. La temperatura rectal constituye una buena referencia. Al existir una diferencia de 5 a 10°C entre la temperatura superficial y la profunda, se establece un gradiente de temperatura.

El calor producido en el organismo es eliminado o transferido al ambiente por una serie de mecanismos: conducción, convección, radiación y evaporación. Se hablará de los primeros tres, ya que en muchas aplicaciones termoterápicas constituyen los principales mecanismos de transferencia.

Por radiación se produce el 60% de la pérdida calórica total, por conducción y convección el 15% y por evaporación el 25%, aproximadamente, este porcentaje varía con la temperatura ambiental.

##### **i. Conducción**

La conducción térmica es un mecanismo de intercambio de energía interna entre áreas de diferentes temperaturas, en las que el intercambio de energía cinética de partícula a partícula se produce por colisión molecular

directa y por desplazamiento de electrones libres en los metales. La energía térmica pasa desde las moléculas con mayor energía (regiones más calientes) a las moléculas con menor energía (regiones más frías), de forma que se produce una aproximación gradual a una temperatura común. Así, la conducción es un mecanismo de intercambio de energía térmica entre dos superficies en contacto, basado en el traslado de energía por medio del movimiento y la colisión entre átomos en un medio material sin movimiento. La conducción se produce entre los diferentes tejidos del cuerpo o a través de un cuerpo hacia otro en contacto con el primero, sin desplazamiento visible de materia.

Los tejidos del cuerpo humano presentan, en general (en comparación con los sólidos, líquidos y gases), una baja conductividad térmica; se comportan como aislantes térmicos. Las propiedades térmicas de los tejidos dependen, en gran medida, de su contenido relativo en lípidos, proteínas y agua. Se ha demostrado que la conductividad térmica varía según el contenido en agua del tejido. Los tejidos con gran contenido en agua (músculos, sangre, etc.) presentan una mayor conductividad que aquellos con menor proporción de agua en su composición (grasa, tendones, ligamentos, etc.).

En materiales biológicos, dado que resulta difícil separar el intercambio de calor que se produce por conducción del producido por convección por la perfusión sanguínea, suele hablarse de conductividad efectiva o aparente que incluye la contribución del flujo sanguíneo.

Uno de los aislantes más importantes es el aire: su conductividad es mucho menor que la del agua. Si se interpone aire entre un agente termoterápico y la piel, el calor se transmitirá difícilmente. Por ello, cuando se utilizan agentes termoterápicos conductivos, deben estar en contacto con la piel, y hay que procurar utilizar como medios envolventes materiales de buena conductividad térmica.

## ii. Convección

La convección consiste en la transferencia de calor que tiene lugar en un líquido (agua, sangre, aire, etc). Aunque en los líquidos y gases una parte de calor se transfiere por conducción, una mayor cantidad se hace por convección, debido a los gradientes de densidad creados por la temperatura (corrientes de convección) en la masa de líquido. Si el movimiento del líquido se produce por las diferencias de temperatura en sí mismo, el proceso se denomina convección libre o natural; cuando el movimiento se debe a un agente externo (aire, ventilador, agitador, etc.), se habla de convección forzada. La conducción pura se observa infrecuentemente en un líquido, debido a la facilidad con la que incluso pequeñas diferencias de temperatura producen corrientes de convección libre.

En el cuerpo humano se produce transporte de calor desde la profundidad hacia la superficie corporal, por conducción y convección. El mecanismo convectivo, en el que desempeña un papel fundamental la circulación sanguínea, actúa a modo de radiador, y es la causa principal de que a corta distancia de la piel la temperatura central sea prácticamente uniforme.

El calor producido en el interior del cuerpo debe ser transferido hacia las capas exteriores del organismo. Por ello no es suficiente la conducción del calor a través de los tejidos, que por lo general son malos conductores del calor; por tanto el mecanismo de transporte de calor mas efectivo en el cuerpo es la sangre, esta traslada el mismo hacia las periferias de los órganos internos y los músculos.

La piel posee una doble función en la termorregulación. Por una parte, la abundancia de grasa subcutánea (de baja conductividad térmica) actúa como aislante térmico. Por otra, frente a elevaciones de temperatura actúa como un radiador gracias a la regulación del plexo venoso subcutáneo, con lo que se produce un aumento de flujo sanguíneo desde la profundidad

hacia la superficie corporal; ello favorece la pérdida de calor hacia el exterior.

En las extremidades, especialmente se produce intercambio de calor entre las arterias y las venas profundas que se encuentran en contacto (mecanismo de contracorriente).

### **iii. Radiación**

En condiciones basales, el mecanismo termolítico de mayor importancia es el de radiación. La conducción y convección necesitan de algún material, sea sólido, líquido o gaseoso; sin embargo, se sabe que el calor también puede transmitirse a través del vacío. El proceso por el que se produce dicho transporte se denomina radiación.

En este caso, el transporte de calor se produce por emisión o absorción por parte del organismo de radiación electromagnética. En un objeto caliente, las cargas de los átomos oscilan a gran velocidad, emitiendo energía en forma de ondas electromagnéticas. La energía transportada por estas ondas depende del movimiento de las cargas y, por tanto, de la temperatura.

En principio, todos los objetos a temperatura no nula emiten cierta radiación en forma de espectro continuo. Sin embargo, la cantidad de energía emitida para cada longitud de onda depende de la temperatura. Por tanto, la emisión de energía térmica por parte de un cuerpo caliente se produce a una longitud de onda a la que la radiación es más intensa.

Dicha longitud de onda máxima viene dada por la ley del desplazamiento de Wien, a cual se muestra en la ecuación 3:

$$\lambda_{\text{máx.}} T = B \quad \text{(ec. 3)}$$

Expresando la temperatura (T) en grados Kelvin y la longitud de onda ( $\lambda$ ) en metros, la constante B tiene un valor de  $2,898 \times 10^{-3}$  mK. Por tanto, se cumple:

$$\lambda_{\text{máx.}} T = 2.898$$

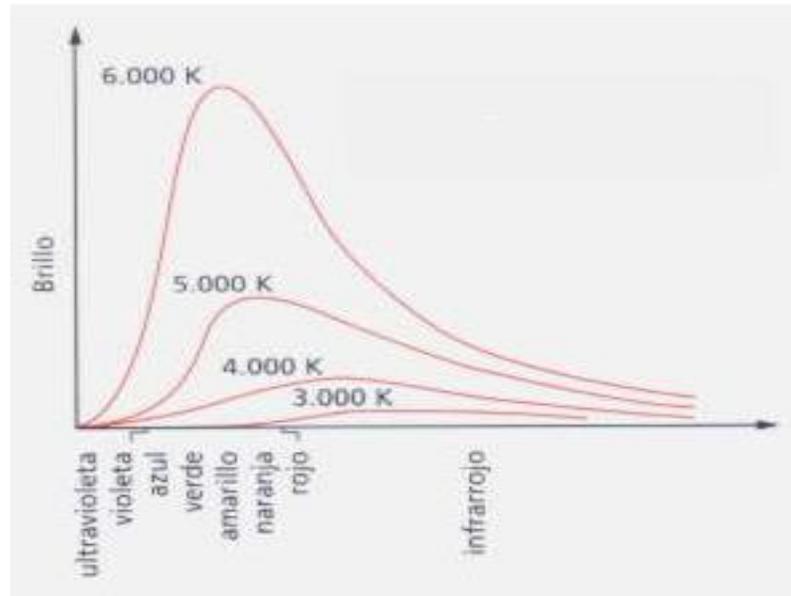
Cuanto más elevada sea la temperatura, menores serán las longitudes de onda de las radiaciones emitidas. Para temperaturas bajas, la emisión resulta casi exclusivamente infrarroja; conforme aumenta la temperatura, se produce la emisión de radiación visible e incluso ultravioleta.

El poder absorbente, así como el poder emisivo de un cuerpo, se encuentra en función, no sólo de su temperatura, sino de su naturaleza y de su superficie, ya que una superficie bruñida y brillante posee menor poder emisor y absorbente que otra rugosa y opaca. Un cuerpo es perfecto emisor cuando su emisividad es igual a la unidad ( $e = 1$ ), por lo que la totalidad de la radiación que incide sobre él es absorbida.

A menos que se encuentre a temperatura lo bastante elevada como para emitir radiación visible, un objeto que absorbe toda la radiación incidente aparece como negro; al cuerpo emisor y absorbente perfecto se le denomina cuerpo negro. La energía térmica emitida por un cuerpo negro se distribuye por su espectro de longitudes de onda, donde el poder emisivo se encuentra en función de la longitud de onda y de la temperatura.

Considerando que la piel humana posee un comportamiento similar al de un cuerpo negro, se obtiene un valor para su emisividad de 0.993. Aplicando la primera ley de Wien, la longitud de onda máxima de la radiación emitida por la piel a  $37^{\circ}\text{C}$  ( $310^{\circ}\text{K}$ ) es, aproximadamente, de 10 mm, emisión que corresponde al infrarrojo dentro del espectro electromagnético. El espectro de emisión de la piel se encuentra comprendido entre los 2 y los 20 mm; se halla, por tanto, en la zona del

espectro infrarrojo. La ubicación aproximada se puede verificar en la figura 4.32.

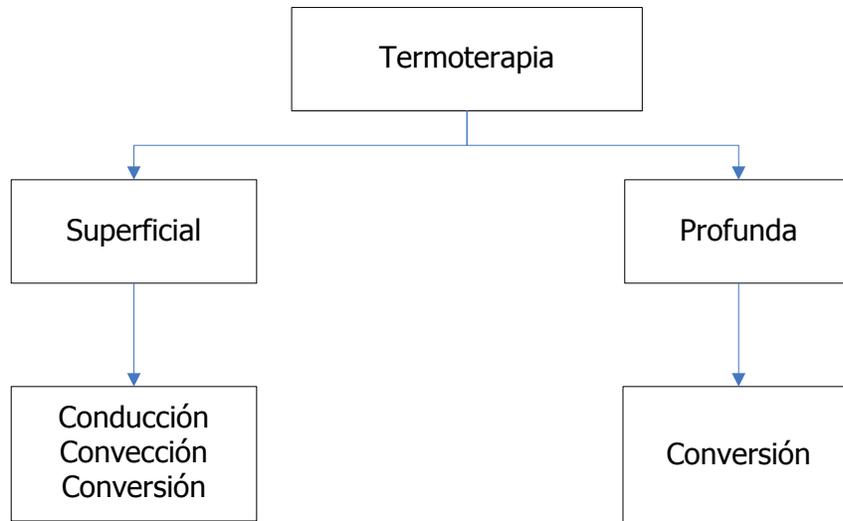


**Figura 4.32:** Grafica de la ley de Wien en termoterapia

#### 4.5.1.1 Concepto de Termoterapia

Dado que los conceptos de calor y frío no poseen significado físico, tomando como referencia la temperatura del cuerpo humano en condiciones basales, la elevación de temperatura se describe como calor o calentamiento y la disminución, como frío o enfriamiento.

Por termoterapia se entiende la aplicación del calor como agente terapéutico. El término crioterapia se reserva para las aplicaciones del frío con finalidad terapéutica. Según si el calentamiento se realiza superficialmente o en profundidad, se distinguen dos tipos de termoterapia: superficial y profunda. Por último, la termoterapia puede ser por conducción y convección térmica o por conversión de otras formas de energía en calor, de acuerdo con el mecanismo físico predominante de producción o transmisión de calor en los tejidos, según la figura 4.33.



**Figura 4.33:** Mecanismos de tratamiento en termoterapia

#### 4.5.1.2 Medios Termoteráuticos

En la actualidad se dispone de una gran variedad de medios termoterapeutas, que pueden clasificarse según diversos criterios. Los más empleados se basan en la profundidad de la acción térmica y en el mecanismo principal de transferencia de calor.

Los agentes y medios termoterapeutas, según su profundidad de acción, se clasifican en superficiales y profundos. Los superficiales sólo producen un calentamiento de la superficie corporal, ya que su penetración es muy baja, por absorberse cutáneamente casi en su totalidad. Por ejemplo, la radiación infrarroja procedente de lámparas luminosas tiene una penetración entre 2 y 10 mm. Aunque se produzca paso de calor a tejidos más profundos (por conducción o por la acción convectiva de la circulación), sus acciones terapéuticas van a ser mediadas fundamentalmente por mecanismos reflejos, más que por un calentamiento directo de la zona. Por el contrario, los medios profundos producen efectos biológicos gracias al calentamiento directo de los tejidos situados en mayor profundidad. Este grupo incluye: onda corta, microondas y ultrasonidos.

Según el mecanismo principal, aunque no exclusivo de transmisión de calor la termoterapia puede ser por conducción y convección térmica, y por conversión de otras formas de energía en calor, como se puede ver en el cuadro 4.6.

	<b>Conducción</b>	<b>Convección</b>	<b>Conversión</b>
<b>Superficial</b>	Parafina	Baños	Infrarrojos
	Arena caliente		
	Bolsas calientes	Sauna	
	Almohadillas eléctricas	Fluidoterapia	
	Envolturas y compresas	Baños de vapor	
<b>Profunda</b>			Onda corta
			Microondas
			Ultrasonidos

**Cuadro 4.6:** Mecanismos terapéuticos según tipo de tratamientos

La mayor parte de materiales empleados en termoterapia tienen como mecanismo principal de cesión de calor la conducción. Estos medios pueden ser sólidos (arena, envolturas secas, almohadillas y mantas eléctricas, objetos metálicos calientes, bolsas de agua caliente, etc.) y semilíquidos (parafina).

La convección es otra de las formas de transmisión de calor de los agentes termoterápicos superficiales. Las modalidades termoterápicas por convección incluyen las aplicaciones hidroterápicas calientes, los baños de vapor de agua y aire seco (sauna), etc.

En el caso de la termoterapia por conversión, el calentamiento se produce por la transformación de otras formas de energía en energía térmica. Por ejemplo, en el caso de los ultrasonidos, la energía mecánica acaba degradándose, como consecuencia del rozamiento y la viscosidad del medio, y transformándose en calor.

### **4.5.1.3 Efectos fisiológicos de la Termoterapia en General**

Cuando se aplica calor, el cuerpo humano pone en marcha una serie de respuestas fisiológicas encaminadas a mantener su constancia térmica. Es necesario conocer algunas de las principales respuestas fisiológicas que se producen frente a una elevación de la temperatura, ya que, en definitiva, son las responsables de los efectos terapéuticos que se aceptan para las aplicaciones de calor en el campo de la medicina física:

- a)** Aumento de la extensibilidad del tejido conectivo.
- b)** Disminución de la rigidez articular.
- c)** Efecto analgésico.
- d)** Efecto antiespasmódico.
- e)** Efecto antiinflamatorio

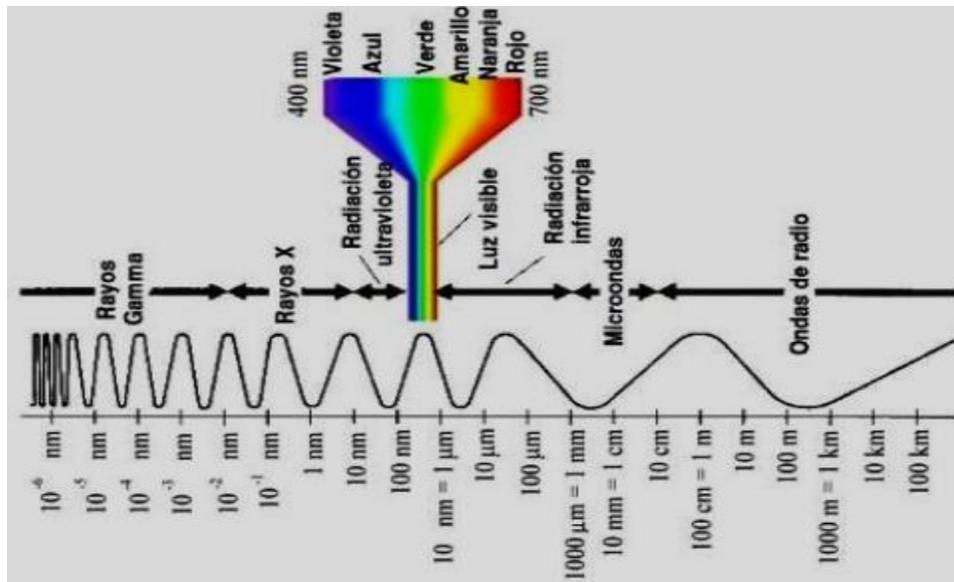
### **4.5.2 Tecnologías utilizadas en Termoterapia**

Las tecnologías más representativas que se han considerado para el área de termoterapia son: Radiación Infrarroja (IR), Diatermias, ultrasonido, láser y tanques de parafina. La ubicación dentro de estos equipos dentro del área se ha considerado debido a su efecto fisiológico principal que es el suministrar calor de forma profunda o superficial. A continuación se mostrará los principios de funcionamiento de cada de estas tecnología así como sus aplicaciones clínicas.

#### **4.5.2.1 Radiación infrarroja**

##### **4.5.2.1.1 Principio de Funcionamiento de la Radiación Infrarroja.**

La radiación infrarroja (IR) es una radiación electromagnética cuya longitud de onda comprende desde los 760-780 nm, limitando con el color rojo en la zona visible del espectro, hasta los 10.000 o 15.000 nm, limitando con las microondas. Según se ve en la figura 4.34.



**Figura 4.34:** espectro de luz.

Los efectos biológicos, suelen dividirse en IR distales (entre los 15.000 y 1.500 nm) e IR proximales (entre los 1.500 y los 760 nm).

Desde el punto de vista terapéutico, la Radiación Infrarroja es una forma de calor radiante, que puede transmitirse sin necesidad de contacto con la piel. Produce un calor seco y superficial, entre 2 y 10 mm de profundidad.

**a) Producción de Radiación Infrarroja**

Los IR se produce por los cuerpos calientes ya que se debe a cambios en los estados de energía de electrones orbitales en los átomos o en los estados vibracionales y rotacionales de los enlaces moleculares. Todos los objetos a temperatura superior al cero absoluto (-273°C) emiten radiación IR. La cantidad y la longitud de onda de la radiación emitida dependen de la temperatura y la composición del objeto considerado.

El sol es la principal fuente natural de radiación IR; constituye el 59% del espectro de emisión solar. Las fuentes artificiales de producción de

IR son los emisores no luminosos y las lámparas o emisores luminosos.

Los emisores no luminosos consisten en resistencias eléctricas dispuestas, generalmente, en espiral, sobre una superficie refractaria cerámica o, menos frecuentemente, en forma de varillas o barras de resistencia rodeadas de una superficie reflectante. Estas fuentes emiten gran cantidad de IR de onda larga, entre los 1500 y los 12.500 nm. Su radiación alcanza, como mucho, una profundidad de 2-3 cm. bajo la piel. Estos reflectores de IR alcanzan su máxima potencia tras unos minutos de su conexión.

Los emisores luminosos son lámparas especiales, constituidas por filamentos de tungsteno, en ocasiones, de carbono, dispuestos en una ampolla de cristal, que contiene un gas inerte a baja presión, con su reflector correspondiente para mejorar la direccionalidad del haz. Este filamento se calienta hasta temperaturas de 1.900°C y emite gran cantidad de IR proximal (entre 760 y 1500 nm), además de abundante luz visible. Su radiación alcanza unos niveles de profundidad entre 5 y 10 mm bajo la piel.



**Figura 4.35:** lámpara infrarroja de pedestal

Las lámparas se adquieren de forma aislada para montarlas en soportes de diversa índole. En ocasiones, se combinan con lámparas de ultravioleta, para aplicarlas en forma de baño de luz parcial o total. Son las denominadas lámparas solares. También suelen emplearse grupos de lámparas de IR para aplicar baños de IR exclusivamente, estas se muestran en la figura 4.35.

#### **4.5.2.1.2 Efectos fisiológicos de la Radiación Infrarroja**

La atenuación de la radiación IR sigue una ley exponencial y tiene lugar en el primer centímetro de profundidad a partir de la piel. Dado que los fotones de mayor longitud de onda son menos energéticos, penetran menos en el tejido, así los IR distales se absorben casi en su totalidad en la primera décima parte de milímetro. Sólo el 6% alcanza 1 mm de profundidad. En cambio, el 30% de los IR proximales producidos por el sol o las lámparas de tungsteno alcanza el milímetro de profundidad (en el caso de lámparas de filamento de carbono, el 15%), y sólo el 1-2% llega a un centímetro.

La radiación IR constituye una forma de calentamiento por conversión; a medida que los fotones se absorben, van transformándose en calor al aumentar la agitación de las moléculas en los tejidos absorbentes. Dadas las características de absorción, se trata de un calor superficial, que es el principal responsable de los efectos sobre el organismo.

Los efectos fisiológicos de los IR pueden considerarse en el ámbito local o general. En parte, son superponibles a los de otras formas de calor superficial, con la diferencia de que se trata de una aplicación seca y sin contacto.

En el ámbito local, pueden considerarse los siguientes efectos:

- a) Efecto antiinflamatorio, debido al mayor aporte de nutrientes y células defensivas, proporcionados por la hiperemia.
- b) La acción del calor directamente sobre las células y la situación de hiperemia estimulan el trofismo celular y tisular. Por ello, los IR se ha empleado desde hace años para mejorar los trastornos de la cicatrización.
- c) Aumento de la sudación, producido por el calor en la piel.
- d) Sobre la musculatura estriada, producen relajación por efecto directo del calor y ejercen una acción anticontracturante. Además, aumentan la irrigación del músculo, lo que facilita la reposición del esfuerzo, mejora la deuda de oxígeno y favorece la reabsorción del ácido láctico. Tanto la relajación como la hiperemia muscular facilitan la preparación para el ejercicio. Por todos estos motivos, las aplicaciones de IR son especialmente útiles en traumatología y medicina deportiva.
- e) Sobre la musculatura lisa, los IR producen, asimismo, relajación y actúan como antiespasmódicos.

#### **4.5.2.1.3 Dosimetría en Radiación Infrarroja**

Según la potencia de la lámpara (150-1300 W), ésta se dispondrá a suficiente distancia de la piel, habitualmente entre 40 y 60 cm. Hay que tener en cuenta la ley del inverso del cuadrado de la distancia (ec.4) para modificar la dosis y la ley de Bunsen-Roscoe (El producto de la intensidad por el tiempo aplicado es constante). Si aumenta la intensidad se debe disminuir el tiempo para producir el mismo efecto) para calcular el tiempo de exposición (ec. 5). De esta forma, a una distancia doble, la intensidad se reduce 1/4, por lo que el tiempo deberá aumentarse 4 veces para mantener la misma dosis.

Ley inversa de los cuadrados                       $E = I / r^2$                       **(ec.4)**

Donde:

E= Iluminancia (lux)

I= intensidad luminosa (lumen)

r=Distancia (m)

Ley de Bunsen-Roscoe

I. t=cte.

**(ec.5)**

Donde:

I=intensidad (lumen)

t= seg.

La lámpara debe colocarse de forma que el haz incida perpendicularmente sobre la piel.

La duración del tratamiento debe oscilar entre 15 y 30 minutos (en ocasiones 60 min.), en función de la intensidad utilizada y el efecto buscado. Es conveniente vigilar la piel durante el tratamiento, cada 5 minutos, especialmente en las primeras sesiones, ya que la sensibilidad al calor es diferente en cada persona. La piel presentará eritema moderado y sudación. Hay que atender cualquier sensación de calor excesivo y desagradable o la presencia de eritema exagerado, e interrumpir el tratamiento.

Las lámparas de IR tienen la ventaja, frente a otros sistemas de termoterapia superficial, de permitir observar la piel durante el tratamiento. Además, su bajo coste y facilidad de manejo hacen que sean consideradas aptas para tratamientos prolongados, que puedan realizarse en casa.

En este caso, han de darse siempre las adecuadas instrucciones de manejo y seguridad, e insistir en la utilización del reloj para controlar los tiempos de tratamiento.

La unidad de medida de la intensidad de radiación IR se denomina pirón y equivale a  $1 \text{ cal} \times \text{g/cm}^2/\text{min.}$  equivalente a  $69.7 \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$  En la práctica, suele emplearse la sensación subjetiva de calor como referencia; por ejemplo:

- a)** Calor moderado ( $\gg 0,5$  pirones): sensación de calor ligero y agradable.
- b)** Calor intenso ( $\gg 1$  pirón): sensación de calor intenso, no agradable, pero soportable.
- c)** Calor intolerable ( $\gg 1,5$  pirones): calor muy intenso, sensación de dolor, eritema intenso y sudación.

Así, el efecto analgésico puede obtenerse con un calor moderado durante un tiempo breve (10-15 min.); el efecto antiinflamatorio puede obtenerse con una dosis media (entre 0,5 y 1 pirón) durante un tiempo más largo (alrededor de 30 min.). Para los baños de IR, suele emplearse calor moderado durante más tiempo.

#### **4.5.2.1.4 Efectos Secundarios Radiación Infrarroja.**

Entre los principales se encuentran:

- a)** Enfermedad cardiovascular avanzada,
- b)** Alteraciones de la circulación periférica.
- c)** Alteraciones de la sensibilidad o zonas anestésicas en la piel.
- d)** Etapas agudas de la inflamación.
- e)** Menstruación
- f)** Hemorragias recientes
- g)** Zonas con riesgo de producción de hemorragias

#### **4.5.2.1.5 Aplicaciones clínicas en radiación infrarroja**

- a)** Debido al efecto relajante y descontracturante sobre la musculatura estriada, junto al aumento del aporte sanguíneo, tal vez una de las indicaciones más comunes la constituyen los espasmos musculares producidos por patología osteoarticular subyacente. También se recomiendan en situaciones como artritis reumatoide, artrosis, cervicobraquialgias y lumbociáticas en las que se pretende mejorar el espasmo muscular secundario, sin calentar las articulaciones especialmente en las formas crónicas. Igualmente están indicados en el dolor muscular en estados de tensión o tras el esfuerzo deportivo.
- b)** En la enfermedad oclusiva arterial periférica se han descrito tratamientos con baños de IR para mantener el flujo adecuado de sangre, con la precaución de no elevar excesivamente la temperatura, lo que podría aumentar la demanda metabólica y favorecer la gangrena. Estos tratamientos deben ser cuidadosamente controlados y debe vigilarse que no se produzca esta discrepancia circulatoria. Los signos de alarma son el dolor y, especialmente, la cianosis.
- c)** En erosiones superficiales de la piel en zonas húmedas, como pliegues inguinales y glúteos, o en zona perineal se emplean aplicaciones muy suaves, con lámparas de 40W. El objetivo, además de aprovechar el efecto trófico y antiinflamatorio, es contribuir a secar la zona, pues la humedad de los pliegues dificulta la cicatrización de las erosiones.
- d)** Por su efecto sedante y analgésico, la terapia IR está indicada en dolores irritativos, que no soporten el contacto con termóforos, como neuritis y neuralgias.
- e)** El baño de IR tiene interés en problemas circulatorios que cursen con hipertensión, por el efecto vasodilatador, y en el estrés, por su efecto sedante y relajante.
- f)** En medicina deportiva, en ocasiones se utilizan toallas húmedas para cubrir la zona que hay que tratar, con la finalidad de no expulsar la

sangre del lecho capilar tratado y provocar un éxtasis más importante en la zona, pues el calor seco favorece la expulsión de la sangre una vez se ha aumentado el flujo sanguíneo. Hay que vigilar la piel y retirar periódicamente las toallas, con el objeto de evitar quemaduras.

- g)** La relajación e hiperemia muscular hacen que los baños de IR y las aplicaciones locales resulten muy eficaces para preceder el ejercicio o el masaje.
- h)** En medicina estética se emplean, por el efecto relajante, como preparación para el masaje o aplicación de tratamientos tópicos, en los que la vasodilatación favorece la absorción de éstos.
- i)** Otras indicaciones en medicina estética se deben a la mejora del trofismo de la piel en general. Igualmente, se recomiendan en alteraciones congestivas de la circulación sanguínea y linfática, celulitis, etc.

#### **4.5.2.2 Diatermias**

El calentamiento de los tejidos mediante corrientes eléctricas de alta frecuencia presenta la ventaja respecto a otras formas usadas en medicina (conducción, radiación infrarroja) de una mayor penetración en el tejido (hasta varios cm.) y en consecuencia una mayor eficacia del tratamiento.

De la conversión a tal corriente en calor, deriva el término DIATERMIA (DIA = a través de, THERME = calor). La diatermia se convierte en un método estándar de Medicina Física y Rehabilitación y, en muchos ámbitos, de la medicina y de la cirugía.

La actitud de la corriente eléctrica de elevar la temperatura de los conductores como expresión de la disipación de potencia se utiliza para incrementar la temperatura interna de los tejidos. De hecho, el cuerpo humano puede ser considerado como un conductor de 2º tipo y ofrece capacitancia y resistencia al paso de la corriente.

Por otra parte, la excitabilidad de los tejidos y los fenómenos electrolíticos que se generan imponen una selección precisa del tipo de corriente a aplicar. La corriente continua, además de no tener ningún efecto excitomotor, tiene la particularidad de producir efectos colaterales negativos como el aumento de la temperatura y la electrolisis, que pueden dañar gravemente los tejidos.

La corriente alterna de baja frecuencia no provoca electrolisis, pero sin embargo interfiere con las estimulaciones nerviosas periféricas, convirtiéndose en inaplicable para un calentamiento eficaz. La corriente de alta frecuencia, al contrario, resulta adecuada para el calentamiento, no produce efectos electrolíticos y, dada su alta frecuencia, no produce acciones excitomotoras.

De acuerdo con todo lo anterior, se puede definir el alta frecuencia desde el punto de vista médico, como un procedimiento de termoterapia por conversión de energía eléctrica que utiliza corrientes alternas de frecuencias muy elevadas.

El calentamiento se produce en toda la extensión del circuito de los tejidos comprendidos entre los electrodos, no importando la profundidad a la que se encuentran.

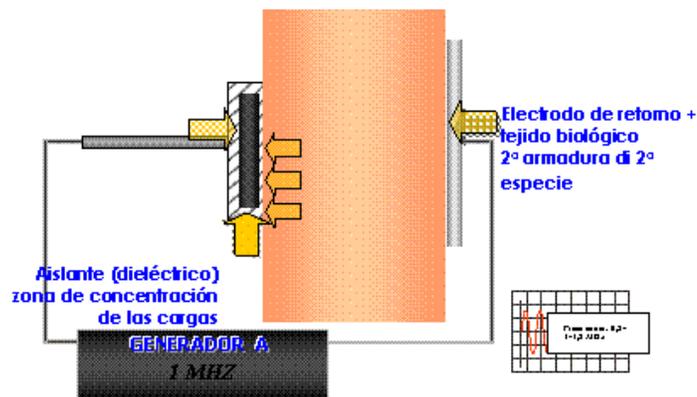
Las corrientes de alta frecuencia son oscilaciones eléctricas en las cuales la variación de tensión, en función del tiempo, es sinusoidal. Se generan gracias a circuitos eléctricos oscilantes de diferentes tipos.

#### **4.5.2.2.1 Principio de Funcionamiento de las Diatermias**

Las diatermias son dispositivos que generan una corriente alterna con frecuencias variables de 0,8 MHz a 1,2 MHz y que generan un circuito de aplicación. Este dispositivo incluye una pareja de electrodos destinados a permitir la utilización de una tensión alterna al cuerpo del paciente, el cual se convierte en parte del circuito eléctrico.

Los electrodos pueden ser de diferente tipo: electrodos metálicos, donde el metal está en contacto directo con el cuerpo, electrodos metálicos, en los que el metal, gracias al aislante, permanece sin contacto directo con el cuerpo (acoplamiento capacitivo).

Los electrodos aislados se diferencian por forma y superficie y pueden ser utilizados, ya sea por mano del operador, ya sea por posicionamiento automático (electrodos en placa). En cualquier caso, sea con electrodos metálicos, sea con electrodos aislados, en el cuerpo se producen una serie de fenómenos físicos basados en el "efecto condensador", como se ve en la figura 4.36.

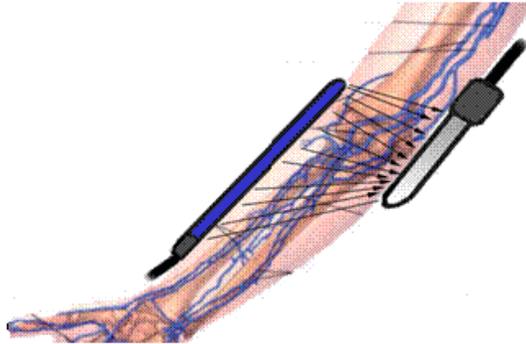


**Figura 4.36:** Principio de funcionamiento Diatermias

#### a) Flujo de la corriente

Nagelschmidt verificó cómo el flujo de las corrientes de alta frecuencia en el interior del organismo escogen siempre el camino más breve, ya que de esta forma se vencen mejor las resistencias que los tejidos ejercen a su paso. Las líneas a través de las cuales la corriente se dirige de una electrodos a la otra han sido denominadas por los físicos líneas de flujo eléctrico, esto se muestra en la figura 4.37. En función del diámetro de las electrodos, las líneas de flujo eléctrico que se crean serán más o menos compactas, así como el calor que se genera será más o menos intenso. Concretamente, se generará más

temperatura en la parte que corresponde a la electroplaca pequeña respecto a la que se genera en la electroplaca grande.



**Figura 4.37:** Flujo de las corrientes de alta frecuencia

Suponiendo que los tejidos tratados sean homogéneos, las líneas del flujo se reparten en función del posicionamiento de las placas.

#### **b) Modalidad de aplicación de las electroplacas**

Si tenemos electroplacas de la misma forma y del mismo diámetro colocadas paralelamente y disponemos entre ambas la misma altura, como se ve en la figura 4.38, las líneas de flujo se dirigirán desde la una a la otra con una dirección rectilínea y el calentamiento del tejido interpuesto será homogéneo en toda la zona.

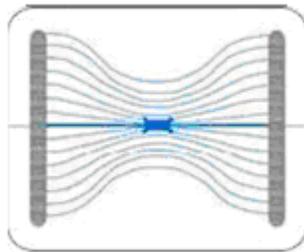


**Figura 4.38:** Dirección de las líneas de flujo entre las dos placas iguales dispuestas paralelamente

En el caso en que las placas iguales y paralelas sean aplicadas en un tejido de mayor superficie, las líneas de flujo se alargan de la misma

manera que en el caso contrario se acortan, concentrándose en la zona de menor superficie de la sección del tejido.

Como ejemplo, podemos pensar en la muñeca o el tobillo donde, si ponemos la electroplaca activa en el arto, (brazo o pierna) y la pasiva (mano o pie), tendremos un mayor calentamiento en la muñeca o en el tobillo.



**Figura 4.39:** Dirección de las líneas de flujo entre las dos placas iguales dispuestas paralelamente, interponiendo una superficie del cuerpo de menor superficie.

Si las electroplacas no son situadas paralelamente entre ellas, las líneas de flujo serán más numerosas en los puntos donde la distancia entre ellos es inferior; al contrario, donde las placas son más distantes, las líneas de flujo serán menos concentradas.

El uso de una frecuencia igual a la vibración natural del sistema corpóreo produce resultados importantes. El organismo es un flujo de energía e información en continuo movimiento: recibe y emite vibraciones, oscilaciones electromagnéticas de diversa frecuencia, intensidad, duración y formas de onda ordenadas y coherentes.

Cada célula posee su propia frecuencia y contiene las informaciones del todo: la célula enferma se diferencia de una sana por la disminución de las tensiones en milivoltios y por su frecuencia:

- i.** Células nerviosas: 90 mv
- ii.** Células sanas: 70 mv
- iii.** Células enfermas: 50 mv
- iv.** Células tumorales : 30 mv
- v.** Células muertas: 25 mv

#### **4.5.2.2.2 Efectos fisiológicos de las Diatermias**

Las vibraciones en resonancia con el organismo a través de una corriente capacitiva, el cual es el mecanismo de funcionamiento de las diatermias, intervienen sobre todos los desequilibrios existentes en el área tratada y en las áreas reflejadas, por lo que se podría decir que las bondades de las diatermias son:

- a)** Reequilibra el potencial de membrana
- b)** Reequilibra el flujo intra y extra celular
- c)** Reequilibra el potencial electrolítico
- d)** Reequilibra la permeabilidad de los capilares y de la membrana celular
- e)** Reequilibra los sistemas tampón
- f)** Reequilibra los sistemas simpático-parasimpático
- g)** Favorece la liberación de los ganglios linfáticos sobrecargados de toxinas y activa la inmunoestimulación a través de mecanismos bioquímicos reflejos
- h)** Regula los intercambios microambiente celulares
- i)** Elimina los bloqueos funcionales y receptoriales

En síntesis, se estimulan las capacidades de reequilibrio naturales del organismo sin riesgos de efectos nocivos y de fenómenos colaterales.

#### 4.5.2.2.3 Efectos secundarios de las Diatermias

- a) Personas con marcapasos
- b) Personas con válvulas cardiacas
- c) Personas con sistema dosificador del medicamento implantado
- d) Prótesis metálicas
- e) Zonas altamente edematosas
- f) Ulceras y llagas

#### 4.5.2.2.4 Aplicaciones clínicas de las Diatermias

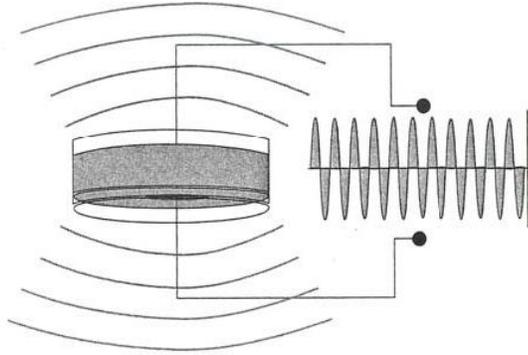
Las principales patologías en donde funcionan las diatermias se ven en la tabla 4.7:

<b>Aplicaciones clínicas Diatermias</b>	
Artritis crónica	Prostatitis crónica
Piodermatitis, acné conglobata	Neuralgia Cerviño braquial
Bursitis de mano	Artritis de codo
Contusiones	Hemorroides
Artritis de rodilla crónica	lesiones ligamento de rodilla
Fibrositis	Parálisis facial
Luxaciones de mano	Fibrosos dorsal
Aquileitis	Fascia plantar

**Tabla 4.7:** Aplicaciones clínicas de las Diatermias

#### 4.5.2.3 Ultrasonido

Los ultrasonidos son ondas sonoras de alta frecuencia (0.8 a 3 MHz) las cuales son producidas por un transductor vibratorio que se aplica sobre la piel, a través del cual penetran en el organismo.



**Figura 4.40:** Fenómeno de piezoelectricidad.

El ultrasonido terapéutico es un dispositivo que convierte la energía electromagnética a ondas de sonido de alta frecuencia (1 ó 3 megahertz (MHz)), las cuales penetran el tejido para calmar el dolor y facilitar la curación del tejido a través de reacciones térmicas y no térmicas.

El ultrasonido consiste en un generador de alta frecuencia conectado a un cristal de cuarzo con propiedades piezoeléctricas el cual va incorporado en el cabezal emisor, al pasar la corriente eléctrica aplicada, por el cristal, genera la vibración ultrasónica que se transmite al paciente, el efecto piezoeléctrico se muestra en la figura 4.40.

En ultrasonoterapia es necesario conocer ciertas propiedades físicas que se dan en los equipos de ultrasonido, lo cual ayudará a brindar un tratamiento efectivo y seguro al paciente. Entre estas propiedades se tienen:

#### **a) Frecuencia y longitud de onda**

La frecuencia es, precisamente, lo que define a los ultrasonidos y los distingue de los sonidos. La frecuencia está muy directamente relacionada con la absorción y la atenuación del haz, de forma que, a mayor frecuencia, el ultrasonido se absorbe más rápidamente. Se utilizará frecuencias de de 0,5 a 1 MHz para tratar estructuras profundas y se reservará las frecuencias más altas, de 2 hasta 3 MHz, para tratar piel y tejido subcutáneo.

## b) Velocidad de transmisión

La velocidad a la que los ultrasonidos se transmiten por un medio determinado depende de la densidad y de la elasticidad de dicho medio. Esta velocidad es fundamental, pues no sólo es uno de los factores que intervienen en la producción del eco, sino que además es la base para calcular la impedancia acústica, que a su vez es clave para la absorción.

La velocidad de propagación de un haz de ultrasonido a través de diversas sustancias es muy variable, según se puede ver en la tabla 4.7. Las diferencias son poco notorias entre tejidos blandos, hígado, riñón, cerebro o plasma, cercanos todos ellos a los 1.540 m/s. En el caso del aire (343 m/s), pulmón (650 m/s) y hueso (3.500 m/s), la diferencia entre todos los tejidos del organismo, provoca por tanto la diferencia e intensidad de los ecos.

MEDIO V (m/s)	V (m/s)	MEDIO V (m/s)	V (m/s)
Berilio	12.89	Cerebro	1.54
Aluminio	2.7	Vaso sanguíneo	1.53
Hueso	3.5	Piel	1.519
Cartílago	1.75	Grasa profunda	1.45
Músculo estriado	1.58	Agua (20 °C)	1.492
Corazón	1.57	Grasa subcutánea	1.215
Plasma	1.5	Aire (20 °C)	343
Hígado	1.55	Pulmón	650

**Tabla 4.7:** Velocidad de propagación del ultrasonido en diferentes materiales.

## c) Impedancia acústica

La impedancia acústica  $Z_a$  de un material es una medición de la oposición a la propagación de las ondas de sonido. Esta se define como el producto de la densidad y la velocidad de propagación del sonido en un medio. Se caracteriza como la medida de la eficiencia con la cual una señal se

propaga en el material. La unidad de la impedancia acústica, es el Rayl, en la cuál  $1 \text{ Rayl} = 1 \text{ Kg/m}^2\text{s}$  o  $1 \text{ Rayl} = 0.1 \text{ g/cm}^2\text{s}$ . La impedancia acústica es descrita por la ecuación 3.8:

$$\text{Impedancia Acústica} \quad Z_a = \zeta V \quad (\text{ec. 6})$$

Donde:

$Z_a$  = es la impedancia acústica en Rayls

$\zeta$  = es la densidad del medio ( $\text{g/cm}^3$ )

$V$  = es la velocidad del sonido en el medio ( $\text{cm. /s}$ )

La impedancia acústica,  $Z_a$ , es una propiedad del medio y es independiente del grosor del medio. Es una cantidad real, ya que la componente imaginaria no es significativa en el material biológico. En la tabla 4.8 se muestra la gran diferencia de impedancia que existe entre el aire y agua o aire y tejido; por tal motivo, cuando se explora un paciente es necesario interponer entre la sonda emisora y la piel un gel que elimine la capa de aire.

Material o Tejido	Z (g/cm <sup>2</sup> segundos) x 10 <sup>-3</sup>
Aire	0.0001
Agua	1.5
Grasa	1.4
Sangre	0.0161
Riñón	1.6
Hígado	1.6
Músculo	1.7
Hueso Craneal	8

**Tabla 4.8:** Impedancia (Z) acústica característica de algunos materiales y tejidos corporales.

#### **d) Energía, potencia e intensidad**

El haz de ultrasonidos transporta una determinada cantidad de energía producida por el transductor; si se considera por unidad de tiempo, es lo que se conoce como potencia. La unidad de potencia es el vatio (W). Dividiendo la potencia por la superficie del haz, se obtiene la intensidad ( $\text{W}/\text{cm}^2$ ), que es uno de los parámetros más importantes que hay que tener en cuenta en los tratamientos con ultrasonidos. Así pues, para saber la cantidad de ultrasonidos que están llegando en cada momento a una zona, se debe referir a la intensidad o densidad de potencia. Habitualmente, en tratamientos con ultrasonidos que están llegando en cada momento a una zona, se deberá referir a la intensidad o densidad de potencia. Usualmente, en tratamientos con ultrasonidos, se utiliza intensidades de entre 0,5 y 2,5  $\text{W}/\text{cm}^2$ .

#### **e) Atenuación**

El haz de ultrasonidos va perdiendo intensidad conforme va avanzando por los tejidos. Esta pérdida por unidad de longitud se denomina atenuación. La atenuación se produce por diferentes factores, desde la propia absorción de ultrasonidos por el medio hasta las diversas reflexiones que puedan producirse por inhomogeneidad del medio. También se producen dispersiones y pérdidas de dirección por refracción que lo hacen ineficaz a efectos terapéuticos.

La atenuación es de tipo exponencial. Para los ultrasonidos se establece el coeficiente de atenuación, que varía con las propiedades del medio y con la frecuencia del ultrasonido. La atenuación es directamente proporcional a la frecuencia del ultrasonido utilizado, por lo que se debe esperar una mayor pérdida de intensidad del haz en profundidad, con ultrasonidos de mayor frecuencia.

Considerando que la onda ultrasónica es descrita por una ecuación unidimensional para la propagación de una onda plana en dirección x, el coeficiente de atenuación en función de la amplitud se muestra en la ecuación 7:

$$\mu = -\frac{1}{2x} \ln \frac{A_x}{A_0}$$

Coeficiente de Atenuación

**(ec. 7)**

Donde:

$\mu$  = coeficiente de atenuación

$A_x$  = Amplitud en una dirección x

$A_0$  = Amplitud en una dirección 0

En la tabla 4.8 se muestra la profundidad media en algunos tejidos biológicos, para ultrasonidos de 1 y 3 MHz. Se puede apreciar lo que ya se ha mencionado anteriormente: si se quiere tratar órganos profundos, se debe emplear frecuencias más bajas (de 0,5 a 1 MHz).

La atenuación también depende de las características del medio. Los tejidos con mayor contenido en proteínas estructurales (cartílago, tendones, cápsula articular, ligamentos extracapsulares, músculos) absorben mayor cuantía de energía ultrasónica. Se puede decir que el hueso atenúa, a igualdad de frecuencia, 20 veces más que el músculo y otros tejidos blandos, por lo que todo lo situado detrás de un hueso recibirá mucha menos dosis.

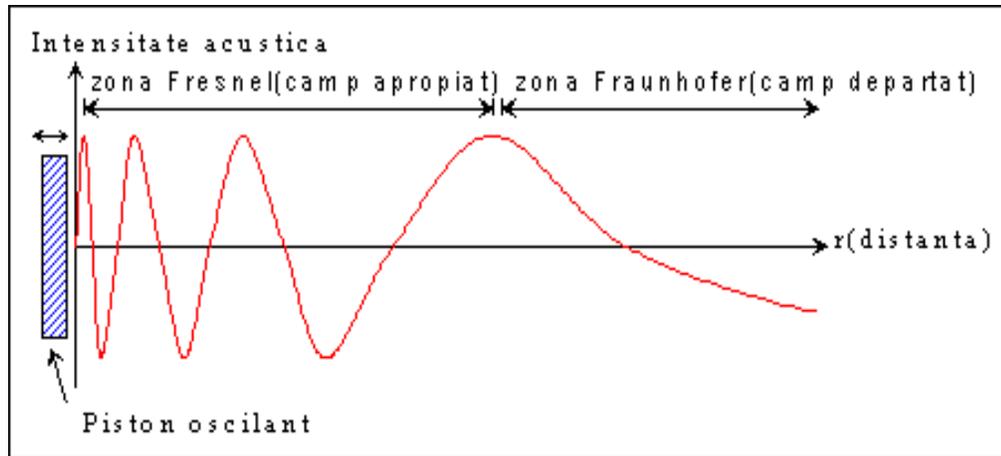
<b>Medio</b>	<b>1 MHz</b>	<b>3 MHz</b>
Tejido óseo	2.1	
Piel	11.1	4
Cartílago	6	2
Aire (20°C)	2.5	0.8
Tendón	6.2	2
Músculo	9	3
Tejido adiposo	50	16.5
Agua (20°C)	11.5	3.83

**Tabla 4.8:** Profundidad media (mm) en diversos medios para ultrasonidos de 1 y 3 MHz

#### **f) Haz de propagación**

En un medio homogéneo, los ultrasonidos se propagan en línea recta. Cuando están producidos por un cristal, forman un haz, del cual sólo es útil la parte más cercana al transductor, que es donde el frente de ultrasonidos aparece plano: ésta se denomina zona de Fresnel (figura 4.41). A partir de esta zona, el haz comienza a abrirse en la llamada zona de Fraunhofer (figura 4.41). Aunque existen y, de hecho, se utiliza diversas técnicas para focalizar el haz, es importante mencionar que la posibilidad de dirigir un haz con exactitud es mayor cuanto más elevada sea su frecuencia; sin embargo, su capacidad de penetración será menor. Debido a este comportamiento no homogéneo del haz de ultrasonidos, debe considerarse el coeficiente de no uniformidad del haz (Beam non-uniformity Ratio—BNR). El BNR no debe ser menor de 4; para transductores de aplicación correctamente fabricados, se sitúa entre 5 y 6<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Según apuntes de ultrasonoterapia de la Sociedad Cubana de Medicina Física y Rehabilitación



**Figura 4.41:** Zonas de Fresnel y Fraunhofer

### g) Reflexión y refracción

Cuando un haz de ultrasonidos va por un medio determinado con una impedancia  $Z$  y encuentra, perpendicular a su trayectoria, otro medio distinto con impedancia  $Z$ , se produce una reflexión de parte del haz, lo cual se denomina eco. Éste será tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de impedancia entre ambos medios, siguiendo la ecuación 8:

$$E = (Z_2 - Z_1)^2 \quad \text{(ec. 8)}$$

Donde:

$E = E_{CO}$

$Z_2 =$  Impedancia medio 2

$Z_1 =$  Impedancia medio 1

La reflectividad depende de la impedancia acústica de los diferentes medios, como se ve en la tabla 4.9. Si la diferencia de impedancia entre ambos medios es grande, la proporción de ultrasonido reflejado es casi 1, con lo que no pasa el haz al segundo medio. De ahí la importancia de evitar gases y la necesidad de utilizar sustancias de acoplamiento (gel, aceite, agua) entre el emisor y la piel del paciente.

En el interior del cuerpo humano se produce una reflexión significativa en las interfases entre tejidos blandos y hueso. Si el haz encuentra a su paso un medio de impedancia muy diferente, al intentar pasar la interfase que separa a los dos medios, se verá reflejado en su mayor parte, por lo que apenas quedará energía para los tejidos situados más profundamente. Además, la zona proximal cercana al cambio de medio verá muy incrementada su dosis. Esta situación se da al intentar atravesar el hueso y, sobre todo, el pulmón o una burbuja de aire gástrica o cólica, y puede obligar a buscar ventanas acústicas, es decir, tejidos a través de los cuales el haz pueda llegar con suficiente energía a la zona que se desea tratar. Los haces incidentes y reflejados pueden superponerse, por lo que pueden atenuarse o intensificarse entre sí. En el caso de que la interferencia produzca intensificación, la intensidad aumenta al generarse una onda estacionaria. Para reducir o evitar este problema, la aplicación se realiza movilizándolo continuamente el transductor o aplacador, y utilizando la intensidad más baja necesaria.

<b>Interfase</b>	<b>Reflexión Porcentual</b>
Aluminio–aire	100
Piel–aire	99.9
Aluminio–medio de acoplamiento	60
Músculo–hueso	41-34.5
Piel–tejido graso	0.9
Grasa–músculo	0.80-1.08
Músculo–sangre	0.74
Piel–aceite	0.36
Agua–tejido graso	0.2
Cabecal–gel acoplador	Prácticamente nulo

**Tabla 4.9:** Reflexión porcentual del ultrasonido en diferentes interfases

#### **4.5.2.3.1 Principios de funcionamiento del ultrasonido.**

Cuando el tejido absorbe la energía, la mayor parte de esta es convertida en calor. El ultrasonido terapéutico, es una modalidad utilizada en el tratamiento de lesiones de tejido leves. Cuando una onda de ultrasonido pasa a través del tejido parte de esta energía es absorbida produciendo un movimiento molecular. Este movimiento provoca fricción entre las partículas, logrando un aumento de temperatura de las mismas. Este calentamiento del tejido puede producir un incremento local del flujo sanguíneo, reducción de los espasmos musculares y del dolor, incremento de la circulación local y de la actividad enzimática, entre otras.

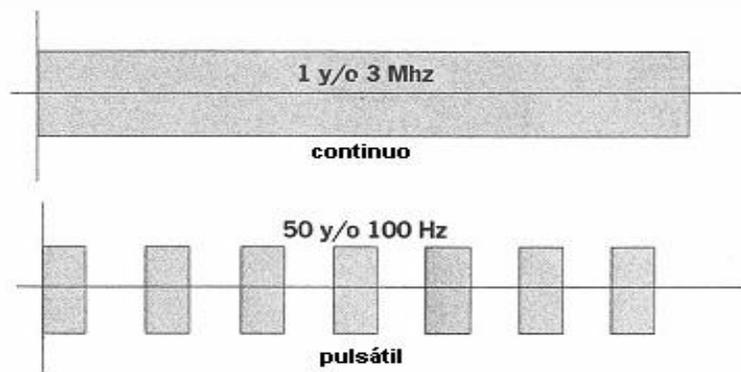
El ultrasonido terapéutico es una unidad con dos componentes básicos: un generador y un transductor. La salida eléctrica del generador es aplicado a través de un cable flexible a un cristal piezoeléctrico en el transductor. El cristal convierte la energía eléctrica en acústica a través del efecto reversa del piezoeléctrico, en este efecto, el cristal es expuesto a una corriente eléctrica alterna, este experimenta cambios de forma (se contrae y expande), de acuerdo a la frecuencia del campo eléctrico, convirtiéndose así en una fuente de vibraciones o mejor dicho, una fuente de sonido.

Es necesario crear un medio de contacto entre la piel y el transductor, que facilite la transmisión de las ondas sonoras, los medios mas usados son: geles acuosos (son los mas adecuados, aceites, pomadas, emulsiones de agua de aceite. Estos medios deben ser estériles, no muy líquidos, que no se absorban rápido por la piel, ni provoquen irritación o enfriamientos de este, químicamente inertes, carentes de microburbujas y con buenas propiedades de propagación.

Casi todos los equipos permiten seleccionar entre modo continuo o pulsado y su elección depende de la respuesta que desee obtenerse en los tejidos.

**a) Modo continuo:** consiste en la aplicación constante de la vibración a la frecuencia elegida, como se muestra en la figura 4.42; en este modo el operador va moviéndolo, lenta y suavemente, sobre la superficie de la piel y va cambiando su dirección, para hacer llegar la energía de la manera más homogénea posible a la zona que hay que tratar. Este modo es más efectivo para elevar la temperatura y aprovechar, así, los efectos térmicos.

**b) Modo Pulsado:** En este modo el transductor corta el haz de ultrasonido cada cierto tiempo y reanuda, poco después, la emisión de los mismos. El ultrasonido sale, así, en forma de pulsos de mayor o menor duración y entre cada pulso hay un tiempo de espera, que permite un cierto enfriamiento de los tejidos. Este sistema minimiza los efectos térmicos y permite utilizar potencias mayores. Es lo que ocurre en el caso de procesos inflamatorios agudos o en situaciones en las que la zona presenta un escaso aporte sanguíneo o éste se encuentra afectado, este modo se muestra en la figura 4.42



**Figura 4.42:** Modos continuo y pulsado.

#### 4.5.2.3.2 Selección de la frecuencia e intensidad en ultrasonido

La selección de estos parámetros dependerá de tres factores como son: la enfermedad que se desea tratar, tipo y profundidad del tejido, así como de la modalidad de ultrasonido utilizado, es decir, continuo o pulsátil (figura 4.42).

Para la cicatrización de los procesos inflamatorios, los efectos no térmicos a baja frecuencia suelen producir una respuesta celular favorable; sin embargo, el modo continuo con intensidades mayores de  $W/cm^2$  puede retardar el proceso de reparación.

Para ultrasonidos en modo continuo puede establecerse:

- a) Menores de  $0,3 W/cm^2$  se consideran de **intensidad baja**.
- b)  $0,3-1,2 W/cm^2$  se consideran de **intensidad media**.
- c)  $1,2-2 W/cm^2$  se consideran de **intensidad alta**.

No importando cual sea la intensidad que se aplique es necesario preguntarle con regularidad al paciente sobre su percepción del calor. En caso de que sea molesta o dolorosa, deberá disminuirse la intensidad o pasar al modo pulsátil. El dolor experimentado cuando la intensidad es muy elevada o el transductor se desplaza con excesiva lentitud proviene del periostio, y es signo de una técnica inadecuada.

Si lo que se desea es aplicar calor a tejidos profundos dolorosos o contracturados, lo más idóneo es aplicar ultrasonidos continuos a dosis de  $1,5$  a  $2 W/cm^2$ . Los músculos absorben dos veces más ultrasonidos que el tejido graso y el hueso, cuando se consigue penetrar, absorbe diez veces más que los tejidos blandos. Cuanta más energía ultrasónica absorbe el tejido, menos intensidad de tratamiento se requiere.

Para la emisión pulsátil, se considera la intensidad media. Para ello se tiene en cuenta la relación entre la duración del pulso y el período del pulso. En esos casos, se obtiene el ciclo de trabajo o funcionamiento:

Tiempo de emisión (duración del pulso)

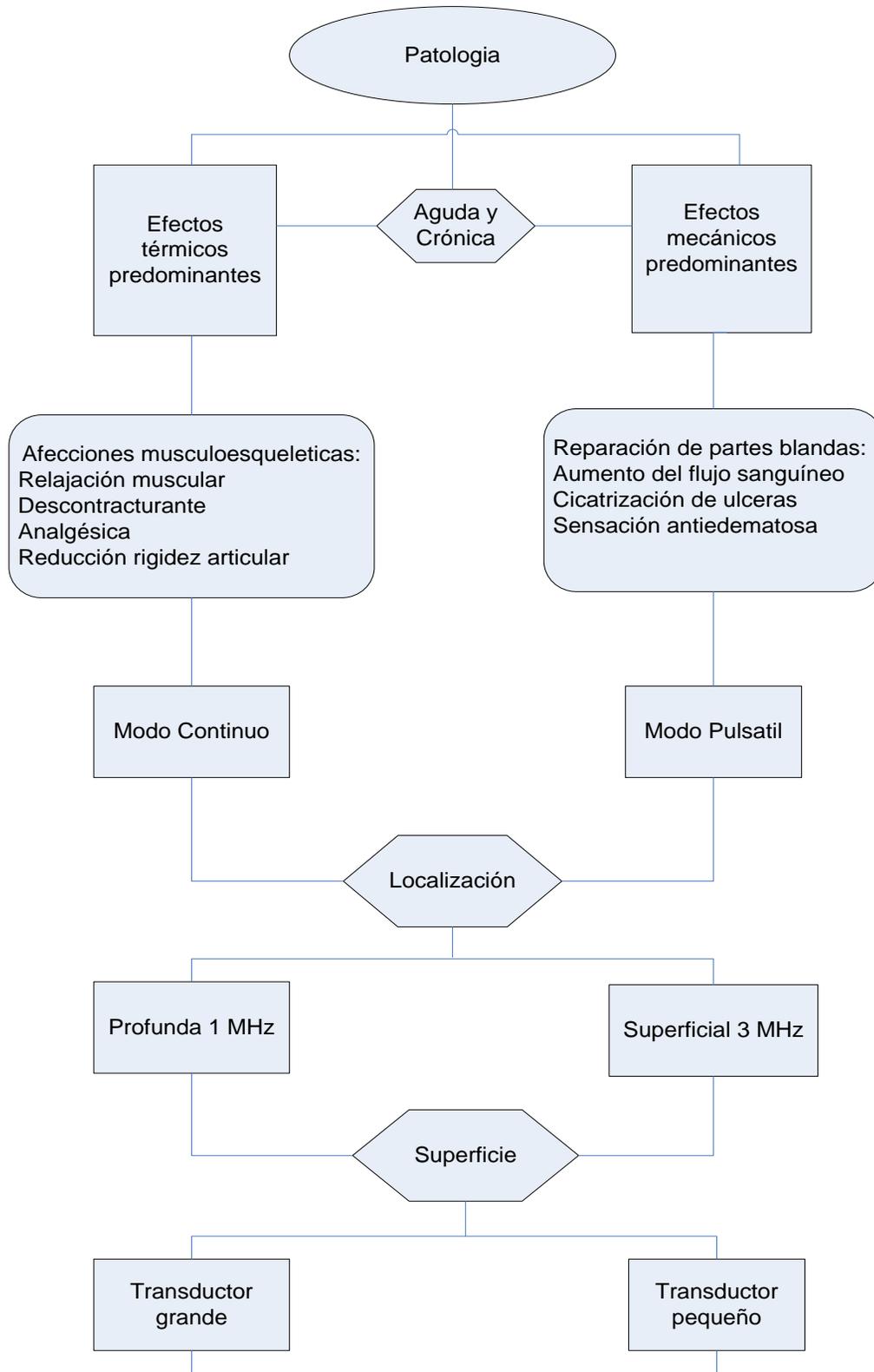
CF = Tiempo de emisión + tiempo de pausa (período del pulso)

La mayoría de equipos de ultrasonidos poseen ciclos de trabajo que oscilan del 5 (0,05) al 50% (0,5). Con un ciclo del 20% sólo se produce un ligero efecto térmico. Conforme aumenta el ciclo de funcionamiento, el efecto térmico aumenta.

También la emisión pulsátil se expresa con la relación *pulso/pausa*. Por ejemplo, para una relación 1:5,1 W/cm<sup>2</sup> en emisión pulsada corresponde a 0,2 W/cm<sup>2</sup> en emisión continua.

En cuanto a las frecuencias a utilizar, las frecuencias altas se atenúan y absorben en las estructuras superficiales. Por ello, las altas frecuencias 3 MHz pueden utilizarse cuando las estructuras que hay que tratar se sitúan superficialmente (1–2 cm. de profundidad de la piel). Frecuencias de 0,5 a 1 MHz se utilizan para tratamiento de estructuras profundas.

Al momento de seleccionar un cabezal, aparte de la profundidad de la zona, se debe tener en cuenta su tamaño, ya que debe ser mayor que la superficie a tratar. En este sentido, se debe considerar que, como el material piezoeléctrico no vibra uniformemente, el área de radiación efectiva (ERA) siempre es más pequeña que el área geométrica del cabezal.



**Figura 4.43:** esquema orientativo para la selección de ultrasonidos continuos o pulsátiles.

En la figura 4.43 se hace mención acerca de los aspectos a tomar en cuenta para la selección de los parámetros de frecuencia de intensidad del sonido, se puede decir que existen tres formas de aplicar el ultrasonido terapéutico (ver figura 4.44):

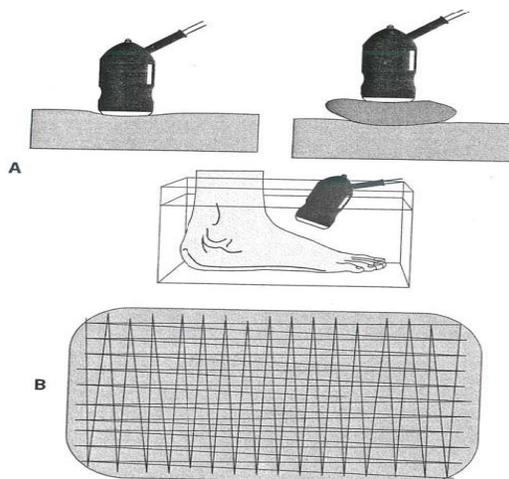
**a) Contacto directo con la piel.**

Dado que el aire es mal conductor se debe utilizar una sustancia de contacto entre la piel del paciente y la superficie del cabezal del transductor que debe tener las siguientes características:

- i.** Buen conductor de ondas ultrasónicas
- ii.** Que facilite el deslizamiento
- iii.** Que no se reseque
- iv.** Que no irrite la piel

**b) Forma subacuática.**

Se utiliza como medio de contacto al agua. El cabezal del transductor se desliza a una distancia de 1 ó 2 cm. del miembro a tratar. Este método consiste en interponer entre la piel y el cabezal una bolsa de látex con agua y sin burbujas de aire



**Figura 4.44:** Métodos de aplicación de ultrasonido.

#### **4.5.2.3.3 Tiempos de Terapia en Ultrasonoterapia**

Las sesiones pueden tener una duración de 10 a 20 minutos y suelen aplicarse una vez al día. En las lesiones agudas, se utiliza el modo pulsátil por espacio de 6– 8 días en sesiones diarias. En los problemas crónicos, se utiliza el modo continuo a lo largo de 10–12 sesiones en días alternos.

El número consecutivo de aplicaciones debe de limitarse a no más de 14 en la mayoría de las situaciones. Más de 14 sesiones pueden reducir el número de hematíes y leucocitos, por lo que debe esperarse varias semanas después de haber aplicado este número de sesiones.

#### **4.5.2.3.4 Efectos secundarios del ultrasonido**

Los efectos secundarios asociadas con el uso de los ultrasonidos terapéuticos se encuentran los siguientes:

- a)** Sobre un útero con embarazo.
- b)** Sobre un marcapasos cardiaco.
- c)** En los ojos.
- d)** Sobre el corazón.
- e)** Sobre tejidos malignos.
- f)** Sobre los testículos.
- g)** Sobre o en forma adyacente a tejidos con trombosis.
- h)** Tejidos tratados con radiación.
- i)** Sobre tejidos isquémicos.
- j)** Sobre la médula espinal.
- k)** Áreas de reducida sensibilidad o circulación.
- l)** No se debe aplicar el tratamiento sobre pacientes con problemas de hemorragias.

#### **4.5.2.3.5 Aplicaciones Clínicas de la Ultrasonido**

Las aplicaciones de los ultrasonidos son muy numerosas y están basadas en sus efectos circulatorios, antiálgicos y fibrinolíticos. Casi cualquier problema inflamatorio crónico puede mejorarse con un correcto tratamiento por medio de ultrasonidos. Las indicaciones clásicas incluyen:

- a) Aparato Locomotor.** Dolores artrósicos, mialgias, distensiones, tenopatías, espasmos musculares o puntos dolorosos de las epicondritis, epitrocleítis o periartrosis escapulo humeral. También están indicados en tratamientos antiálgicos de los puntos gatillo del síndrome miofacial. En lesiones deportivas, son útiles en los síndromes de sobrecarga, especialmente en tendones como el aquiles y el rotuliano, que con frecuencia sufren sobrecarga traumática.
- b) Sistema circulatorio y nervioso.** Por su acción circulatoria y simpático lítica, los ultrasonidos pueden utilizarse en la distrofia ósea; se aplican sobre el ganglio estelar, para provocar un bloqueo mecánico y, de este modo, aumentar el flujo sanguíneo de la extremidad superior. Su capacidad para aumentar el flujo vascular hace que los ultrasonidos pulsátiles sean adecuados para el tratamiento de zonas con riego disminuido y de úlceras cutáneas relacionadas con problemas circulatorios. También son útiles en el tratamiento de la enfermedad de Raynaud. Por su acción fibrinolítica, los ultrasonidos pueden utilizarse en las cicatrices retráctiles y en los primeros estadios de la retracción palmar de Dupuytren. También se utilizan para liberar adherencias y para disminuir los síntomas de una plica sinovial inflamada en la rodilla.

#### **4.5.2.4 Láser**

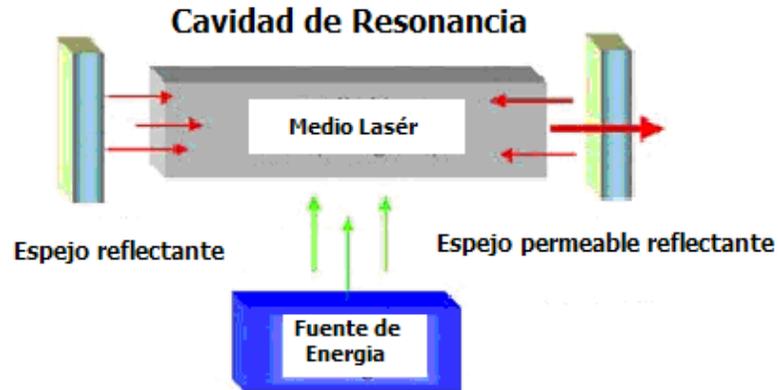
La Laserterapia es la aplicación indolora de un rayo láser sobre una zona o zonas afectadas, consiguiendo acelerar la recuperación y proporcionando una mejora en centros neurálgicos, zonas óseas, músculos, tendones, ligamentos y piel.

El Láser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) es un rayo de luz amplificado mediante la emisión estimulada de radiación. La radiación emitida por lo tanto, está en fase y se propaga en la misma dirección que la radiación estimulante produciendo una energía lumínica de gran pureza con las siguientes características diferenciales:

- a)** Monocromática (con la misma frecuencia de onda)
- b)** Coherente (todas las ondas están en fase)
- c)** Direccionalidad (concentración en una sola dirección)
- d)** Luminosidad (potencia emitida por unidad de superficie y ángulo sólido)

#### **4.5.2.4.1 Principios de funcionamiento del Laser**

Los láseres obligan a los átomos a almacenar luz y emitirla en forma coherente. Primero, los electrones de los átomos del láser son bombeados hasta un estado excitado por una fuente de energía. Después, se los 'estimula' mediante *fotones* externos para que emitan la energía almacenada en forma de fotones, mediante un proceso conocido como emisión estimulada. Los fotones emitidos tienen una frecuencia que depende de los átomos en cuestión y se desplazan en fase con los fotones que los estimulan. Los fotones emitidos chocan a su vez con otros átomos excitados y liberan nuevos fotones. La luz se amplifica a medida que los fotones se desplazan hacia atrás y hacia adelante entre dos espejos paralelos desencadenando nuevas emisiones estimuladas. Al mismo tiempo, la luz láser, intensa, direccional y monocromática, se 'filtra' por uno de los espejos, que es sólo parcialmente reflejante, este principio se ve en la figura 4.45.



**Figura 4.45:** Principio de funcionamiento del láser

#### 4.5.2.4.2 Tipos de láser

Los medios activos más utilizados para la generación de emisión láser pueden ser de estado sólido, gas, semiconductor y colorante.

- a) **Láser de estado sólido:** Los láseres de estado sólido están contruidos con cristales sólidos como el neodimio, rubí o titanio-zafiro que se excitan con luz intensa. Un láser de titanio-zafiro emite luz sintonizable desde 690 nm a 1.100 nm. Láseres de este tipo se utilizan en la industria, medicina y aplicaciones científicas.
- b) **Láser de gas:** En los láseres de este tipo el haz es producido en un gas o una mezcla de gases, como argón o helio-neón, que se excitan con una corriente eléctrica. El láser He-Ne es de helio y neón que en su versión más corriente, emite una luz roja de longitud de onda igual a 632,8 nm. Este tipo de láser es de baja potencia y se utiliza con frecuencia en centros de enseñanza. El láser de argón, es de media potencia y se emplea mucho en medicina y aplicaciones científicas.
- c) **Láser de semiconductor:** Son láseres diminutos contruidos con materiales sólidos denominados semiconductores. Emiten un haz fino cuando se excitan por una corriente eléctrica. Un ejemplo es el láser de Arseniuro de Galio, que emite luz IR de longitud de onda entorno a 800 nm. Este tipo de láseres se emplea sobre todos en equipos e instrumentos electrónicos y en sistemas de telecomunicaciones.

**d) Láser de colorante:** El medio activo en este tipo de láser es un colorante líquido, por ejemplo Rodamina. Se excitan normalmente con un láser de argón o lámparas de flash. El colorante absorbe la luz láser de excitación produciendo fluorescencia en un abanico de luz muy amplio cuya emisión láser se selecciona mediante la utilización de prismas u otros elementos ópticos. El rango de longitudes de onda es desde 400 nm hasta 1.000 nm. Se emplea en aplicaciones médicas y científicas.

Dependiendo del tiempo de funcionamiento se distinguen dos clases de láser:

- i. Láser continuo**
- ii. Láser pulsado.**

Desde el punto de vista de los efectos, tanto físicos como biológicos, no es posible indicar una línea de separación precisa entre ambas clases. **El láser continuo** es capaz de emitir radiación de forma continua mientras en **láser pulsado** libera su energía en forma de pulsos. La diferencia entre ambos es el tiempo de duración de la emisión láser. De acuerdo con la Norma Europea EN 60825, la duración mínima de la emisión, para ser considerado continuo, es de 0.25 s. , que es la duración del reflejo palpebral. (El reflejo palpebral es una característica del ojo humano, consistente en el cubrimiento del ojo por el párpado en 0.25 s como consecuencia de un estímulo luminoso suficientemente intenso.)

La potencia de pico de un láser continuo es igual a su potencia media, mientras que en un láser pulsado, su potencia de pico es igual al cociente entre su potencia media y el producto de la anchura de pulso por la frecuencia de repetición. La potencia de pico, así como la energía del pulso (Potencia de pico en vatios por anchura de pulso en segundos), son

los parámetros más importantes desde el punto de vista de seguridad láser.

Los láseres terapéuticos actúan a través de la termoterapia. Para ello utilizan la luz coherente del láser que actúa como antiinflamatorio, antiálgico (contra el dolor) o para la regeneración de tejidos. Entre los terapéuticos se tiene el de helio-neón y el de infrarrojo.

#### **4.5.2.4.3 Tiempos de Terapia en Laserterapia**

Las sesiones tienen una duración aproximada de unos 30 min. y la cantidad de tratamientos dependerá del terapeuta.

Al contrario de otras terapias, puede ser aplicada sobre implantes de prótesis de plástico o metal, marca-pasos o zonas infectadas. Los efectos del láser son fotoquímicos (no termales) y realiza su función de estimulación en puntos precisos del sistema parasimpático humano.

#### **4.5.2.4.4 Efectos fisiológicos de la laserterapia**

Se podría decir que son tres los efectos básicos en laserterapia en medicina física y rehabilitación, estos son:

##### **a) Efecto antiinflamatorio.**

- i.** Estimula la proliferación de células del sistema inmune (mejora de la respuesta inmune).
- ii.** Estimula la actividad linfática (drenaje)
- iii.** Mejora la micro-circulación (vasodilatación)
- iv.** Reduce la inflamación (reabsorción del edema & hematoma)
- v.** Reduce la mucositis después de irradiación y quimioterapia

##### **b) Efecto antiálgico.**

- i.** Induce la liberación de  $\beta$ -endorfinas
- ii.** Incrementa la producción de ATP

- iii. Incrementa el potencial medible de las membranas celulares de las células nerviosas.
- iv. Relajación de la tensión muscular e incremento del umbral del dolor a la presión.
- v. Reducción de los impulsos motores (dolor miofacial, mialgia de fibras musculares).

**c) Efecto de cicatrización de úlceras**

- i. Estimula la mitosis en los procesos de reparación (tejidos óseos, epiteliales y musculares).
- ii. Mejora la regeneración periférica de los nervios después de una lesión.
- iii. Mejora la supervivencia de células neuronales posterior a una isquemia temporal.
- iv. Acelera la neo-vascularización.
- v. Reduce o elimina la formación de cicatrices.
- vi. Incrementa la síntesis de colágena (proliferación de fibroblastos, fuerza de tensión e incremento en la elasticidad).

**4.5.2.4.5 Dosimetría en laserterapia**

Para una dosificación correcta en laserterapia, hay que tener en cuenta factores inherentes al equipo y factores inherentes al paciente y su enfermedad, sin los cuales no es posible aplicar una terapéutica correcta y exitosa.

**a) Factores inherentes al equipo:** Entre los más importantes que se deben de tratar están: la longitud de onda, potencia del equipo, modo de emisión, diámetro del haz de salida, irradiación directa o a través de fibra óptica.

**b) Factores inherentes al paciente y su enfermedad:** Entre los principales relacionados con el paciente son: el color de la piel y las

mucosas a irradiar, la edad del paciente, el grosor de tejido adiposo. En relación con la enfermedad, lo más importante es el diagnóstico, para conocer sobre qué signos y síntomas se actuará y así definir qué efecto terapéutico será necesario utilizar.

Para la aplicación de laserterapia se utilizan dos técnicas: puntual y zonal. La técnica puntual se utiliza generalmente en lesiones pequeñas y en puntos de acupuntura, mientras la zonal se utiliza cuando son lesiones grandes y equipos de mayor potencia, para abarcar áreas mayores, bien sea en posición estática o en barrido.

Con respecto a los factores inherentes al equipo y que de igual forma tienen ingerencia en la dosificación en laserterapia, se tiene: densidad de energía, densidad potencia y tiempo a utilizar para lograr cada uno de los efectos terapéuticos deseados. Así, hay autores que se basan en la cantidad de energía depositada por superficie o fluencia ( $J/cm^2$ ), sin tener en cuenta que una misma cantidad de energía se puede obtener con variaciones en la potencia o el tiempo, estableciéndose internacionalmente como promedio los siguientes rangos:

- i.** Efecto analgésico 2 – 4  $J/cm^2$
- ii.** Efecto antiinflamatorio 1 – 3  $J/cm^2$
- iii.** Efecto regenerativo o biomodulador 3 – 6  $J/cm^2$
- iv.** Efecto inhibitorio + de 7  $J/cm^2$
- v.** Efecto potenciador de intercambios iónicos + de 3  $J/cm^2$
- vi.** Laserpuntura 1 – 3  $J/cm^2$

En cuanto al número de las sesiones, se plantean hasta 20 por ciclo de tratamiento en dependencia de la enfermedad, y la frecuencia, diaria para procesos agudos y 2 ó 3 veces por semana en procesos crónicos.

Estos elementos es necesario adecuarlos a las características propias del equipo con que se va a trabajar y al efecto terapéutico deseado, partiendo que de acuerdo a la longitud de onda del láser, cada tejido tiene una respuesta diferente en cuanto a la absorción, transmisión, reflexión y dispersión de la radiación.

#### **4.5.2.4.6 Efectos secundarios en Laserterapia.**

No existen contra-indicaciones para la Laserterapia, excepto en casos de hemorragias. Es una terapia totalmente segura e indolora que puede aplicarse incluso en casos de embarazadas, lactantes, personas de avanzada edad, pacientes con infartos de miocardio, etc.

A diferencia de otros medicamentos de origen químico, no existe peligro de sobredosis, si es tratado por personal médico cualificado y se siguen todas las recomendaciones durante los tratamientos.

#### **4.5.2.4.7 Aplicaciones clínicas en Laserterapia**

En la tabla 4.10 se muestra las aplicaciones clínicas principales en laserterapia.

<b>Aplicaciones Clínicas Laserterapia</b>	
Úlceras y heridas tórpidas.	Fibromialgia.
Cicatrización y reparación tisular.	Lesiones agudas de partes blandas.
Artritis reumatoide.	Lumbalgia y cervicalgia.
Artrosis.	Periostitis.
Tendinopatías.	Fascitis

**Tabla 4.10:** Aplicaciones clínicas en laserterapia

#### **4.5.2.5 Tanques de Parafina**

Estos tanques fabricados de acero inoxidable poseen un depósito interno, el cual cuenta con un termostato que se encarga de mantener la temperatura necesaria para conservar en estado de fusión la parafina, la cual es una mezcla de alcanos que se encuentra en la naturaleza y en los residuos de la destilación del petróleo. La parafina utilizada en los ambientes de medicina física, debe ser blanca, inodora, insípida, y sólida. Se emplea con puntos de fusión de 51,7 a 54,5° C. La adición de aceite mineral a seis o siete partes reduce su punto de fusión por lo que se mantiene líquida a 42-52° C. Puede aplicarse a estas temperaturas sobre la piel sin producir quemaduras debido a que su conductividad y calor específico son bajos (comparados con el agua). Se transfiere calor por conducción.

Hay dos tipos de métodos de tratamiento:

- a)** Método de inmersión de la zona a tratar, una o varias veces luego se recubre con tela y una bolsa plástica de 10 a 20 min.
- b)** Método de embrocaciones o pincelación con una brocha, aplicando alrededor de 10 capas durante el mismo período de tiempo.

Antes de la aplicación debe lavarse la zona con agua y jabón, y luego con alcohol, al final de la aplicación, se retira toda la parafina recuperándola en el recipiente o baño. El área tratada debe lavarse nuevamente. En la figura 4.46 se muestra la forma típica de un tanque de parafina.



**Figura 4.46:** Tanque de parafina

#### **4.6 Mecanoterapia**

La mecanoterapia es la utilización terapéutica de equipos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud.

El objetivo de la mecanoterapia la realización de ejercicios con una finalidad curativa; para ello es necesario un la supervisión constante del medico fisiatra o fisioterapeuta el cual enseña los ejercicios a realizar, además de verificar la evolución del paciente en le tiempo.

Los equipos utilizados en mecanoterapia se pueden dividir en los de fijeza y movilidad, de igual forma pueden ser divididos en atención a los movimientos o funciones que pueden desempeñar, dicha división se puede observar en el cuadro 4.11:

<b>Equipamiento fijo</b>	<b>Desplazamientos</b>	Barras paralelas de marcha	
		Plataforma con escalera y rampa	
	<b>Tracción</b>	Espalderas	
		Escalera de dedos	
		Tracción cervical	
		Tracción lumbar	
	<b>Rotación</b>	Rueda de hombro	
		Rueda de muñeca	
	<b>Potenciación muscular</b>	Poleas de pared	
		Banco de cuádriceps	
		Banco de Colson	
			Banco isocinético
	<b>Equipamiento móvil</b>	<b>Rotación</b>	Bicicleta isocinética
<b>Arcos de movimiento</b>		Tablas de Bohler	
		Mesa de manos	
		Tablero AVD	
<b>Varios</b>	Plano inclinado		

**Tabla 4.11:** División de equipos que componen Mecanoterapia

A continuación se mencionará y explicará los equipos de terapia que mayormente componen las áreas de mecanoterapia que se encuentran en la tabla 4.11, sin embargo, hay que mencionar que la mayoría de estos equipos no necesitan al momento de su adquisición una supervisión profunda sobre los parámetros necesarios para su compra, por ello, al momento del análisis de tecnologías que se realizará en el capítulo V, solo se evaluará la bicicleta estacionaria.

## a) Equipamiento Fijo

Entre ellos se tienen:

### i. Barras Paralelas de Marcha:

Se utilizan para comenzar la marcha en pacientes que se han visto privados de ella. Debe instalarse paralelamente a una de las paredes del gimnasio pero a suficiente distancia como para que el fisioterapeuta pueda moverse mientras camina con el paciente. Se colocará un espejo en la pared en uno o ambos extremos de modo que el enfermo pueda verse y coordinarse deambulando, las barras paralelas se ven en la figura 4.47.



**Figura 4.47:** Barras paralelas para marcha

### ii. Escaleras y Rampas

Se instalará preferentemente en una de las esquinas del gimnasio. Suele consistir esta plataforma en dos series de unos cinco o seis escalones de distinta altura o, en una escalera y una rampa continua con las correspondientes barandillas o pasamanos. La escalera y la rampa se utilizan después de la iniciación de la marcha sobre barras paralelas; de esta forma se introduce más dificultad como son los peldaños y preparamos al paciente para la vida diaria en el que el uso de escaleras es muy frecuente. Como se ve en la figura 4.48.



**Figura 4.48:** rampas y escaleras respectivamente.

### iii. Espalderas:

Son muy necesarias para diversos ejercicios del aparato locomotor, como pueden ser estiramientos, ejercicios para las desviaciones de columna como Niederhoffer y además pueden utilizarse como apoyo y sujeción de los pacientes en otros aparatos como puede ser una tracción cervical. Por tanto suele bastar con una o dos espalderas adosadas a una zona que permita la utilización de colchonetas en el suelo o el apoyo de planos inclinados. Podemos efectuar en las espalderas movilizaciones de hombro, ejercicios en suspensión sobre miembros superiores para las desviaciones del raquis, etc. En la figura 4.49 se muestra su forma



**Figura 4.49:** Espaldera

#### **iv. Escalera de dedos:**

En la figura 4.50 se muestra la escalera de dedos, la cual sirve para ejercitación y rehabilitación de los miembros inferiores por sobrecarga. Utiliza la posibilidad de modificar el inicio del esfuerzo, alterando el ángulo que relaciona la toma del miembro con respecto a la sobrecarga



**Figura 4.50:** Escalera de dedos

#### **v. Equipos de tracción**

Los aparatos de tracción vertebral que se utilizan en mecanoterapia pueden ser solo cervicales o lumbares. Las cervicales se utilizan en sedestación, mientras que para las lumbares se utilizan junto con su mesa completa de tracción, los equipos de tracción son manejados por sistemas hidráulicos o eléctricos y su función es mantener una fijación a nivel torácica, lo que consigue elongar y separar la zona lumbar.

Tipos de tracción hay muchas, iniciando con la brindada por el fisioterapeuta al momento de realizar los masajes, la tracción percutánea mediante un vendaje circular a través de la piel, la tracción esquelética o transosea mediante cirugía, entre otras; pero la más importante debido a su facilidad y mejores resultados son las tracciones cervicales y lumbares.

Las tracciones vertebrales lumbares están indicadas en lumbalgias y radiculalgias por protrusión discal, por canal lumbar estrecho o por estrechamiento degenerativo y en la columna cervical en cervicalgias y en neuralgia cervicobraquial por hernia discal blanda o mixta.

Particularmente, la **tracción cervical** se puede aplicar de forma continua o intermitente. En el primer caso el peso a colocar será menor que en la tracción intermitente.

Para la **tracción lumbar** (figura 4.52) se fijará correctamente el tórax mediante cinchas bien almohadadas para permitir la aplicación de hasta 50 Kg. y generalmente se situará al paciente boca abajo, reduciendo la lordosis mediante la flexión de rodillas y caderas con apoyo en la parte posterior de la pierna.

En la figura 4.51 se muestra el aparato electroneumático para la tracción cervical automática. Aplicado sobre una pared puede ejercer tracción en forma continua y constante o también discontinua o intermitente, regulando los períodos de tracción y reposo.



**Figura 4.51:** equipo de tracción cervical



**Figura 4.52:** Tracción lumbar

#### **vi. Rueda de hombro**

Para trabajo de circunducción del hombro. Permite el complejo movimiento del hombro y escápula en rotación. Se construyen de preferencia de metal acerado con doble sistema de guías cromadas y rueda protegida por plastificado de color. Debe de poseer dispositivo para regular el esfuerzo, como así también modificar la altura y radio de giro, como se ve en la figura 4.53:



**Figura 4.53:** Rueda de hombro

### **vii. Poleas de pared:**

Colocadas también sobre la pared en un bastidor de acero, se le adaptarán pesas para realizar ejercicios de miembros superiores preferentemente. Permite la movilización muscular y articular tanto de uno como de ambos miembros superiores, como se ve en la figura 4.54.



**Figura 4.54:** poleas de pared

**viii. Banco de Colson, cuádriceps e isocinético:** Son diferentes bancos para el tratamiento de la rodilla: preferentemente la musculatura anterior (cuádriceps) y posterior (isquiotibiales). Con sus diferencias particulares. El banco de Colson (figura 4.55) se caracteriza por ser cargas indirectas, el de cuádriceps (figura 4.55) directas y el isocinético más complejo e incluso regido por un ordenador por realizarse ejercicios a la misma velocidad. Este último banco al igual que el de cuádriceps puede permitir igualmente fortalecer la musculatura flexo-extensora de la cadera.



**Figura 4.55:** Banco de Colson y cuadriceps, respectivamente

## **b) Equipamiento Móvil.**

Entre ellos se tiene:

### **i. Bicicleta Isocinética**

Disponen de un freno de resistencia graduable y un indicador para marcar el número de revoluciones o la distancia recorrida. Las más modernas cuentan igualmente con un sensor para las pulsaciones cardíacas del paciente. Se utilizan para entrenar y aumentar la resistencia de los músculos de los miembros inferiores, así como para ganar recorrido articular en la articulación de la rodilla. Esta se ve en la figura 4.56.



**Figura 4.56:** Bicicleta cinética

## ii. Tabla de böhler

Son elementos del equipo móvil que se emplean para realizar ejercicios de flexo-extensión del pie, así como de inversión-eversión y circunducción. Pueden realizarse simplemente en sedestación con lo que se gana en arco de movimiento. Sirve para ganar equilibrio, coordinación y propiocepción de miembros inferiores. Estas tablas se ven en la figura 4.57.



**Figura 4.57:** Tablas de böhler

### iii. Mesa de mano

También llamada mesa de Kanavel, se utiliza para la recuperación de las extremidades superiores. Está formada por una rueda de inercia con freno para la regulación del esfuerzo, tablero con tensores, prono-supinadores, juego de pelotas y tornillos con muelles de resistencia para ejercicios de la actividad de la vida diaria. Se puede apartar también un pedal para hacer ejercicios de flexo-extensión de pie. Esta se ve en la figura 4.51.



**Figura 4.51:** mesa de mano

**iv. Tablero para AVD:** Es ya un aparato móvil tipo cuadro que se sitúa en la pared y que permite al paciente practicar las habilidades rutinarias de la vida diaria como puede ser teclear por teléfono, quitar y poner enchufes, abrir manecillas y cerrar de diferentes tipos, abrir cerrar un grifo, etc. Estos se ven en la figura 4.52.



**Figura 4.52:** Tableros AVD

**v. Plano Inclinado:** permite la mejora de los problemas de circulación, dolencias con articulaciones y musculación general. Su regulación de giro mediante motor permite una inclinación máxima de 85°. Consiguiendo que el paciente tenga una posición vertical al suelo. Esta se ve en figura 4.53.



**Figura 4.53:** Plano inclinado

**vi. Jaulas de Rocher:**

Formada por cuatro planos enrejados que permiten la colocación de sistemas de suspensión, poleas, muelles y pesos, posibilita realizar variados ejercicios de rehabilitación en combinación con manoplas, tobilleras, muñequeras, pesas, motones, etc. Se puede ver esta jaula en figura 4.54:



**Figura 4.54:** jaula de Rocher

### **vii. Mesa de Delorme**

Técnica de DeLorme: método de ejercicio físico con pesas en el que se repiten series de movimientos repetitivos, con descansos entre las sesiones. Esta técnica implica el uso de pesas más pesadas, pero menos repeticiones en sesiones sucesivas, ello permite una contracción mantenida en el tiempo, en la máxima extensión, evitando así todo compromiso femoropatelar y también la facilitación muscular propioceptiva (FNP).

El método Delorme, consistente en una bota fijada a la extremidad distal de la tibia con soportes para pesos a ambos lados, y un sistema de poleas que realiza la flexión/extensión de manera pasiva.

Se le debe instruir al paciente para mantener una actividad dinámica regular beneficiosa para la rodilla, evitando recaer manteniendo un correcto sincronismo, además se le recomienda una serie de ejercicios, que pueden ser realizados en su casa o en un gimnasio, en donde le mantengan con una buena base muscular y sobre todo la importancia de realizar estiramientos periódicos para mantener la elasticidad lograda.

Se debe aconsejar al paciente sobre las actividades perjudiciales para su rodilla, dándole consejos sobre higiene postural y corrección articular.

#### 4.6.1 Efectos Secundarios en mecanoterapia.

- a) Imposibilidad de elaboración mental del movimiento
- b) No colaboración
- c) Fracturas recientes
- d) Anquilosis

#### 4.6.2 Aplicaciones Clínicas en Mecanoterapia.

Las principales aplicaciones se muestran en la tabla 4.12:

<b>Aplicaciones Clínicas Mecanoterapia</b>	
Poliomielitis	Esclerosis en placas
Neuritis	Compresiones radicales
Poliomielitis	Esclerosis lateral amiotrófica
Hemiplejia	Mielitis
Neurología	Síndromes de inmovilización
Paraplejia	Distrofias musculares
Espasticidad	Alteraciones posturales
Atrofia muscular	Artrosis
Artritis	Periartritis

**Tabla 4.12:** Aplicaciones clínicas Mecanoterapia

#### 4.7 Tecnologías emergentes en Medicina Física y Rehabilitación

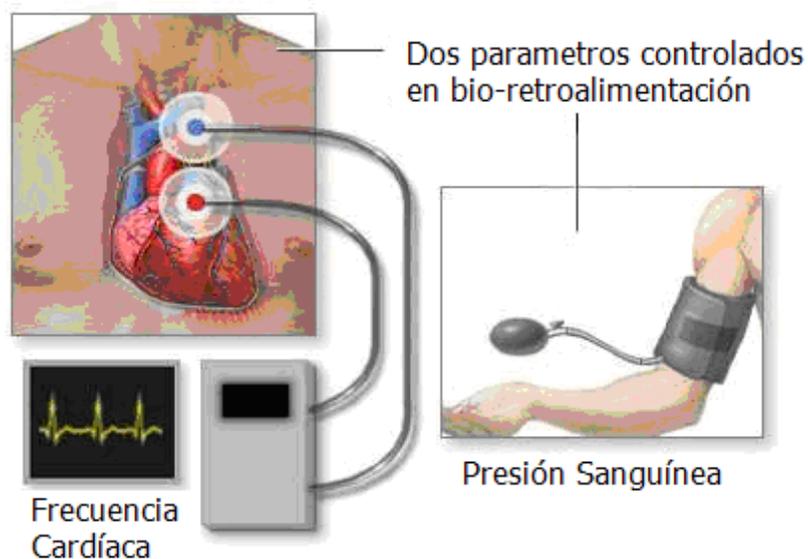
Como tecnologías emergentes se reconocerá a todas aquellas terapias o mecanismos que en la actualidad contribuyen al mejoramiento tanto motriz, psicológico, educacional, social y profesional de las personas con discapacidad, muchas de estas aun se encuentran en proceso de aprobación por parte de entidades de salud, pero por el momento han logrado de forma significativa contribuir a la rehabilitación de los pacientes que han sido tratados con estas. Entre las tecnologías y terapias mas importantes se tienen:

### 4.7.1 Bio-retroalimentación

La bio-retroalimentación es una técnica que mide las funciones fisiológicas, como la respiración, frecuencia cardíaca, presión arterial, temperatura cutánea y tensión muscular. Observando estos valores, los pacientes pueden aprender cómo modificar estas funciones mediante la relajación o la fijación en la mente de imágenes placenteras.

Se mide la frecuencia cardíaca, la presión arterial o cualquier otra función utilizando electrodos, la medición de estos parámetros se muestra en la figura 4.55. Los resultados se muestran en un monitor que tanto el paciente como el terapeuta pueden ver. Mientras el terapeuta describe situaciones estresantes e instruye a la persona en técnicas de relajación, ésta ve cómo la frecuencia cardíaca y la presión arterial cambian en respuesta a estados de estrés o relajación.

Esto le ayuda al paciente a aprender cómo controlar y cambiar estas funciones fisiológicas. Al hacerlo, ella se siente más relajada y puede tener la capacidad de ayudar a tratar su propia presión arterial alta, cefaleas migrañosas o por tensión, dolores crónicos o incontinencia urinaria, que son algunos ejemplos de afecciones en las que la bio-retroalimentación es particularmente útil.



**Figura 4.55:** Parámetros controlados en bio-retroalimentación

Para instruir en esta relajación se pueden utilizar diferentes técnicas para desarrollar la habilidad de controlar la temperatura de las manos y la tensión muscular. Estas son:

- i. Ejercicios autogénicos:** Emplea secuencias específicas de frases que el paciente repite para sí mismo para inducir la relajación y el calentamiento de manos.
- ii. Relajación muscular progresiva:** Este método incluye la relajación muscular por etapas a través de enfocarse en un grupo específico de músculos ya sea cara, cuello u hombros.
- iii. Imaginación guiada:** El uso de la imaginación y la memoria para crear un clima mental permite al paciente relajarse.
- iv. Ejercicios de respiración:** La respiración es una de las pocas funciones del cuerpo que es controlada tanto voluntaria como involuntariamente. Los ejercicios de respiración son usados para reforzar el aprendizaje de respuestas relajantes.
- v. Respiración diafragmática:** Es un método de respiración más natural para el cuerpo.
- vi. Ejercicios de generalización:** Animar al paciente a aplicar la bio-retroalimentación a la vida diaria y eventualmente adoptar las técnicas recién aprendidas como respuestas automáticas.

#### **4.7.2 La Ozonoterapia**

La ozonoterapia es una terapia natural consistente en la aplicación de una mezcla de Oxígeno ( $O_2$ ) y de Ozono ( $O_3$ ), con alto grado de eficacia, bajo costo y muy práctica, si se considera a los medios necesarios para su administración.

El ozono es una forma alotrópica ( $O_3$ ) del oxígeno molecular ( $O_2$ ), que está presente como un constituyente gaseoso natural en las capas altas de la atmósfera y representa el 0,0001 % de su composición total.

El descubrimiento de las propiedades bactericidas y cicatrizantes del ozono permitió a los investigadores profundizar en el conocimiento de sus efectos beneficiosos, hasta entonces desconocidos, y en el uso del ozono como terapia curativa en los distintos campos de la medicina.

El ozono actúa como un excelente agente antimicrobiano debido a su elevado poder oxidante, especialmente al nivel sistémico, es capaz de inhibir y destruir microorganismos patógenos como bacterias anaerobias, virus, algas, hongos y protozoos. Todas las enfermedades causadas por estos microorganismos son potencialmente curables con la ozonoterapia.

Se ha comprobado que su acción viricida, que se establece a nivel del ciclo reproductivo del virus, motivo por el cual se investiga actualmente su posible utilización como tratamiento alternativo del SIDA.

#### **4.7.3 Juguetes inteligentes en Rehabilitación**

El juego forma parte esencial del desarrollo humano. Su importancia se acrecienta cuando hay una deficiencia o discapacidad en el niño y en el adolescente. En esos casos es indispensable incorporar nuevas tecnologías que faciliten la interacción con los juguetes y disminuyan las barreras del entorno de juegos. Uno de los aportes más valiosos de la ciencia moderna es la producción de autómatas, que en muchos casos pueden ser contruidos por los mismos niños en un contexto creativo y de gran belleza. Un juguete inteligente es un objeto complejo que se construye a partir de módulos simples, con piezas movibles, engranajes, motores y sensores. El niño que lo construye tiene, a su vez, la posibilidad de incorporar su propia inteligencia en el diseño y control de estos juegos desde una computadora o un periférico de fácil acceso. En muchas deficiencias esta interacción computacional con un juguete inteligente es la única que resulta accesible y satisfactoria.

#### **4.7.4 Comunicaciones accesibles en Rehabilitación**

La discapacidad se mide en la mayor parte de los casos por sus limitaciones en el campo de la comunicación. Una rehabilitación integradora exige restablecer dentro de lo posible la mejor comunicación con el medio social. Para ello las nuevas tecnologías telemáticas con redes de computadoras, teléfono y radio ofrecen posibilidades inéditas de comunicación para personas con discapacidades. La tele-educación y el tele-trabajo abren nuevos campos de acción en la vida de una persona discapacitada y será necesario diseñar los sistemas de comunicaciones de manera que sean accesibles para todos.

A continuación se explica brevemente sobre la evolución de la tele-educación y el tele-trabajo en la actualidad:

##### **4.7.4.1 Tele-educación**

Este nuevo método no posee aulas ni sillas ni alumnos que asistan a clase, se trata de espacios cibernáuticos en los cuales los alumnos que se matriculan reciben una cuenta de correo electrónico y la documentación para conocer el funcionamiento y los distintos espacios virtuales de la entidad que brinda los servicios. Cada alumno tiene un profesor o tutor encargado, a quien puede consultar o hacer comentarios on-line. Si se trata de una materia específica, el alumno se comunica directamente con el profesor especializado a través de su computadora, teniendo la posibilidad de realizarlo a través de una videoconferencia.

Todo lo anterior permite que las personas con discapacidad y que poseen dificultad para transportarse, tengan la opción de poder prepararse académicamente sin que exista una limitante real en cuanto a distancias o falta de infraestructuras adecuadas para que ellos puedan desplazarse dentro de las instituciones educativas.

#### **4.7.4.2 Tele-trabajo**

El desarrollo de las nuevas tecnologías de la comunicación, junto con la modificación de todos los modos de producción, están trayendo consigo cambios muy importantes en lo que tiene que ver con el empleo, con la contratación y las formas que adopta la relación laboral en todas sus dimensiones.

En ese contexto, el tele-trabajo se convierte en una alternativa cada vez más meritoria a las formas tradicionales de empleo y a la inserción laboral de las personas con discapacidad. Como puede suponerse, la introducción del tele-trabajo entraña una serie de efectos a muy distintos niveles, entre los que cabe destacar el económico-laboral, el jurídico-contractual, el social-familiar y el tecnológico.

Teniendo en cuenta el interés que tal forma de producción laboral puede tener en un futuro muy inmediato, instituciones, Empresas y aún Gobiernos de varios países, ya están trabajando en proyectos de creación de Centros de Orientación y Consultoría para el Tele-trabajo, y Centros de Tele-trabajo, en el marco del impulso de esa alternativa como forma concreta de inserción laboral.

El trabajo al se limita es toda aquella actividad que el hombre desarrolla para procurarse los medios de sustento de la vida propia y de su familia. Esto montado sobre el derecho que todo hombre tiene a la iniciativa laboral, que le permite usar libremente sus talentos personales en orden a desarrollar una actividad justa que le resulte provechosa. El acceso al trabajo y al ejercicio de la profesión, deben estar abiertos a todos sin discriminación, abierto a hombres y mujeres, a autóctonos e inmigrantes, a personas de cualquier color, y a los discapacitados.

#### **4.7.5 Prótesis informáticas**

Estamos habituados al empleo de prótesis físicas para ampliar, sustituir o mejorar una estructura o función orgánica que se encuentra alterada o lesionada. La informática permite ahora incorporar nuevos sistemas de control, receptores y efectores de gran versatilidad que han revolucionado sustancialmente el diseño de prótesis. La deficiencia visual se puede compensar con un lector de textos con voz sintética, la deficiencia auditiva con la conversión automática de la palabra hablada en texto, la deficiencia motora con periféricos controlables con la voz o con movimientos de pequeños grupos musculares (dedos, cabeza, boca, etc.). Las nuevas tecnologías permiten acceder a todos los recursos de la informática y de las comunicaciones sin tocar siquiera el teclado de la consola de la computadora.

Entre las prótesis para miembros superiores e inferiores se destacan, la pierna biónica, presentada por Victhom Human Bionics que permite a las personas con amputaciones por encima de la rodilla andar de nuevo normalmente.

Otro miembro protésico avanzado es la C-Leg de Otto-Bock. Esta pierna utiliza un microcontrolador para ajustar los movimientos de la pierna de modo que compense su andar por terrenos irregulares e incluso subir tranquilamente las escaleras.

Para terminar, cabe destacar los trabajos de Victhom (figura 4.56) en exomúsculos artificiales que podrían reemplazar los motores eléctricos usados hoy en día en los miembros biónicos por biomateriales que permitirían un gran ahorro energético.



**Figura 4.56:** Pierna biónica Victhorm

#### **4.7.6 Utilización de consola Wii en terapias de rehabilitación.**

La Clínica de Rehabilitación de Glenrose, situada en la localidad canadiense de Edmonton, está utilizando la consola Wii como ayuda en terapias de rehabilitación, con un éxito notable. Como ejemplo, se hace mención al caso del boxeador Albert Liaw, que hace varios meses sufrió un colapso en el ring ocasionado por una lesión cerebral que lo dejó en una silla de ruedas. Tras haber empezado a ejercitarse con la Wii y un juego de boxeo, mejoró sensiblemente y ahora puede andar.

Don Simoneau, terapeuta del centro, considera a la consola "muy motivadora", ya que la diversión provocada por el juego hace que el paciente se olvide de los dolores de la rehabilitación. Por el momento, dicha clínica es la única que utiliza la Wii como parte de su terapia.

## **CAPITULO V: ANALISIS DE TECNOLOGIAS PARA AMBIENTES DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION**

### **5.1 Introducción.**

La calidad de las Tecnologías Médicas presentes en los establecimientos de salud, es uno de los muchos factores que deben tomarse en cuenta para garantizar el buen servicio prestado a los pacientes, la búsqueda de esta calidad, no solo favorece de manera directa a los usuarios, sino también al hospital, ya que este se favorece con la buena imagen que proyecta a la población beneficiada.

La calidad de las tecnologías, solo se puede garantizar mediante la creación de procesos adecuados y adaptados a las necesidades particulares de cada centro de atención.

El concepto de análisis de tecnologías es muy complejo y en muchos casos, criterial, es decir que depende del contexto en que un profesional o un grupo de trabajo aplica el proceso de análisis, pues en ocasiones se relaciona con la evaluación de parámetros técnicos, valoración de costos, evaluación de la calidad, entre otros.

Así como puede existir aspectos semánticos en la palabra "Análisis", de igual forma pueden surgir para el concepto de "Tecnologías", pero independientemente del enfoque del proceso de análisis de las tecnologías médicas, en este documento se aplicará como: "El conjunto de actividades a desarrollar por personas o grupos de personas con el fin de evaluar y valorar la calidad, ciclo de vida, soporte técnico, experiencias, aplicaciones clínicas, entre otros, a efectos de determinar la posibilidad de adquirirlas". Además en el desarrollo del estudio se empleará el concepto de tecnologías, como sinónimo de equipos médicos.

Las actividades del proceso de análisis de tecnologías, tienen varios momentos de aplicación, y dada la importancia de estos, no deben de referirse exclusivamente al hecho administrativo de análisis de catálogos de equipos de diferentes marcas y fabricantes.

Considerando los aspectos y tipificaciones anteriores, también se considerará como análisis de tecnologías, al proceso que comprende las actividades de planificación, adquisición y administración de los equipos. Todas estas actividades se desarrollarán de tal modo de verificar las acciones a implementar, las cuales inician desde el momento en que un servicio específico genera la necesidad, continúan con el análisis de las ofertas técnicas de los suministrantes de equipos médicos y el proceso de recepción de tecnologías, y finalizan en el instante del seguimiento en la aplicación con los pacientes.

Además de explicar los aspectos relacionados con la gestión de las tecnologías médicas, se mencionan ciertos conceptos generales, los cuales son de mucha relevancia a efectos de lograr un impacto positivo en todo el proceso de análisis de tecnologías.

Hay que aclarar que para el Análisis de Tecnologías que se realizará en los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, ciertos factores no serán tomados en cuenta, no por su falta de importancia, sino que muchos de estos toman en cuenta el factor costo, los cuales no serán contemplados dentro de esta investigación

## **5.2 Administración de Tecnologías.**

La gestión de Tecnología ha sido definido como una enfoque sistemático, técnico y contable para asegurar que el costo efectividad, eficacia, seguridad y equipo adecuado, estén disponibles de acuerdo a las demandas del cuidado del paciente

### **5.2.1. Programa de Administración de Tecnologías.**

El desarrollo e implementación de un programa comprensivo de administración de tecnología, requiere un enfoque sistemático. Tales programas deben abarcar no solo los aspectos técnicos de mantenimiento de equipo médico, sino también las políticas institucionales relacionadas con la adquisición de equipos, así como su uso y reemplazo. En esencia el objetivo primario de un programa de administración de tecnología es asegurar que la mayoría de métodos de costo

efectividad sean utilizadas para la seguridad y operación efectiva de los equipos médicos.

Existen razones y consideraciones por las cuales se debe de pensar en desarrollar una administración efectiva de un programa de gestión de tecnología:

- a)** Presiones tanto del público en general, como de los mismos organismos gestores, operadores y reguladores para mejorar la calidad del cuidado del paciente. Estas actividades se deben de focalizar en la mayor atención en las actividades de aseguramiento de la calidad y la gestión de riesgos.
- b)** En la actualidad, se está aplicando los conceptos de economía en salud, lo que implica que es inadmisibles el gasto tradicional, que es frecuente en las instituciones que integran el sistema de salud. Se debe de orientar para que los hospitales ahorren dinero y apliquen estrategias de costo efectividad.
- c)** Con la globalización y los tratados de libre comercio, se generarán presiones para aplicar los requerimientos de calidad tales como los que exige la Comisión Adjunta en Acreditación de Organizaciones de Salud de los Estados Unidos (Joint Commission Accreditation on Health Care Organizations JACHO), lo que motivan el empleo de técnicas de gestión de tecnologías para asegurar la acreditación de las instituciones de salud.

Los programas de administración de tecnologías son multidimensionales, y al menos debe incluir los elementos siguientes:

- a)** Un programa para controlar y monitorear equipo, incluyendo rutinas de funcionamiento de equipos, inspección inicial, mantenimiento preventivo, calibración y verificación del funcionamiento, reparación y una acción en reincidencias de fallas y riesgos.
- b)** Un programa que constantemente calcule y monitoree los costos totales de mantenimiento de los equipos, incluyendo los de mantenimiento local, el de contratos con el fabricante y los de servicio por terceros.

- c) Involucramiento en todos los aspectos de adquisición de equipos y decisiones de reemplazo.
- d) Desarrollo de nuevos servicios, y planeación de nuevas construcciones y renovaciones principales.
- e) Desarrollo de programas de capacitación, para todos los usuarios de los equipos médicos y para el servicio técnico de mantenimiento.
- f) Un programa de aseguramiento de la calidad, relacionado con el uso de la tecnología.
- g) Administración del Riesgo y como este se relaciona con la tecnología.

### **5.3 Desafíos, objetivos y metas en el análisis de tecnologías.**

El análisis de tecnologías médicas debe incluir una valoración de la seguridad, de la eficacia, y de la rentabilidad así como una consideración social, legal y ética de los efectos de estos equipos. Pero esta valoración debe de enfrentar algunos retos, tales como:

- a) Asegurar que las instituciones de salud, principalmente los hospitales, evalúen con eficacia el impacto de la tecnología en todos los servicios dedicados a la atención de salud.
- b) Ajustar eficientemente la planificación, para asegurar que cualquiera de las nuevas tecnologías, darán un mejor servicio de acuerdo a la misión de la organización.
- c) Ganar conocimiento de otras experiencias, de tecnologías que se encuentran ya funcionando en el sistema de salud.

Todos estos aspectos minimizarán la frecuencia de aparición de los siguientes problemas:

- a) La carencia de lugar centralizado para coleccionar, inventariar y para monitorear toda la información de la tecnología para el planeamiento futuro.
- b) La ausencia de procedimientos para identificar las tecnologías emergentes y necesarias y para su potencial adquisición.

- c)** La carencia de un plan sistemático para conducir la valoración de la tecnología, lo cual evita el aumento de los beneficios para el desarrollo de la tecnología disponible.
- d)** El reemplazo al azar de tecnologías médicas, sin utilizar un plan sistemático basado en un sistema de criterios bien desarrollados.
- e)** La carencia de integración de los procesos de adquisición de tecnología en el planeamiento estratégico del hospital.

Los objetivos principales que deben tomarse en cuenta al momento de realizar un Análisis de Tecnologías Médicas a efectos de minimizar las limitantes anteriores, se mencionan a continuación:

- a)** Acumular la información en equipamiento médico.
- b)** Monitorear el reemplazo de la tecnología anticuada.
- c)** Facilitar una planeación sistemática.
- d)** Facilitar continuamente interacciones entre las necesidades, ofertas y capacidades de adquisición.
- e)** Crear una metodología estándar de valoración.
- f)** Mejorar el proceso de presupuesto de capital, enfocando las necesidades a largo plazo y relacionadas con la adquisición del equipo médico.
- g)** Asegurar un mejor control, planificación y dirección de la tecnología médica, entre otros.

Para alcanzar las metas relacionadas con los objetivos anteriores, es necesario desarrollar criterios y estándares específicos para evaluar cada parte del equipo médico. Dentro de este contexto se recomienda que cada parte o componente del equipo deba realizar lo siguiente:

- i.** Tener una gran técnica y exactitud en el diagnóstico, especificidad, y confiabilidad.
- ii.** Ayudar a reemplazar si es necesario pruebas o procedimientos de diagnóstico existentes.

- iii. Colaborar en la determinación de formas más apropiadas de terapia, es decir, permitir la colaboración del personal que utilizará el equipo, el cual puede aportar ciertos criterios que no hayan sido tomados en cuenta por el comité de evaluación, y los cuales pueden contribuir significativamente a una mejor determinación de adecuadas terapias.
- iv. Proveer nuevos conocimientos que aumenten el nivel y la calidad del cuidado para los pacientes.
- v. Colaborar en la eliminación o reducción del uso de tecnologías anticuadas o inadecuadas.

Es de vital importancia que las autoridades hospitalarias, con miras a desarrollar un proceso exitoso en la adquisición, implementación y dirección de los cambios tecnológicos, tengan conocimientos claros acerca de las necesidades de los usuarios de los equipos, el ambiente en el cual los equipos son utilizados y se desarrollan, así como el mantenimiento de los mismos y las capacidades de las nuevas tecnologías a adquirir. Para garantizar el éxito de dicho proceso es necesario que este se encuentre incluido dentro del plan anual de actividades del hospital, ya que esto facilitará la mejor planificación de los equipos a adquirir y la correcta utilización de los recursos del centro de salud.

#### **5.4 Métodos de valoración de las tecnologías.**

Según los expertos, se puede generalizar la existencia de dos maneras de validar las tecnologías. Un enfoque analiza solamente una porción de un grupo estudiado cuidadosamente con la intervención tecnológica. Los individuales en el grupo total, son aleatoriamente seleccionados. El otro enfoque proporciona la intervención tecnológica a una serie consecutiva de personas con alguna disfunción. La naturaleza y la extensión del cambio de su comportamiento característico previo, sirve de base para la evaluación. Estos métodos son llamados el método de los procesos clínicos aleatorios y el método de la historia natural.

### **5.4.1 El Método De la Historia Natural**

El método de historia natural compara la enfermedad post-intervención y pre-intervención de un número significativo de personas que poseen una misma enfermedad. Cada uno de ellos recibe el mismo tratamiento, dentro del estudio no existen controles continuos para los pacientes en estudio.

La idea fundamental de este método, es utilizar una tecnología que se encuentra en proceso de aprobación a un número de individuos con la misma enfermedad y determinar si su condición mejora. Si es así entonces la tecnología se juzga como efectiva. Dicha conclusión debe de ser estudiada a mayor profundidad cuando se aplica este método, debido a que la mejora que pudiera presentarse, no necesariamente debe ser atribuible a la aplicación de la tecnología. Existen otros factores que pudieran explicar la mejora antes y después del estudio. Uno de ellos es el efecto placebo asociado al tratamiento, así como de otros cambios apreciables en la terapia a través de la medición continua, o incluso de la historia natural de la enfermedad, es decir, habría mejora de todos modos.

El problema central de este método, es la ausencia de un grupo de control, Un grupo de control está compuesto de pacientes que son tan similares como factibles al grupo experimental, los cuales son los pacientes a quienes se les aplica la nueva tecnología. El grupo de control no es diagnosticado o tratado por medio de la tecnología que es valorizada.

La ausencia de un grupo de control para el método de la historia natural, conduce en general, a sobre valorar el beneficio potencial de la tecnología.

### **5.4.2 Método de la Aleatoriedad**

Dos características de este tipo de método son especialmente importantes: el grupo de control y la asignación al azar de pacientes entre el grupo de control y el grupo experimental.

La presencia de un grupo de control reduce la probabilidad de sobre valorar la nueva tecnología, además de proporcionar datos que pueden ser evaluados y comparados al momento en que la nueva tecnología esta siendo analizada.

A pesar de la existencia de un grupo de control, el cual tiende a disminuir considerablemente ciertos efectos que reducen la veracidad del estudio, es difícil aun hoy en día eliminar al 100% el efecto placebo, por ello se a la aceptación casi universal de la necesidad de administrar un placebo idéntico al grupo de control cuando la tecnología se encuentra en proceso de aprobación.

La principal dificultad con el método de la aleatoriedad es de naturaleza ética. Debido a que el concepto tradicional de las relaciones del médico-paciente es una valor incalificable para la salud del paciente y debido a que en este método se aplica efectos placebo para corroborar de eficacia y efectividad de la tecnología evaluada, se pierde esa relación que durante años a sido forjada.

#### **5.4.3 Análisis Aplicado.**

Para realizar un análisis aplicado, adecuado, eficiente y de impacto de las tecnologías médicas, se vuelve necesaria la realización de un buena evaluación de estas, ello implica poseer información detallada de las necesidades reales del servicio que las solicita, ya que sin una completa valoración, no es posible proveer una correcta recomendación respecto a la adquisición de algún equipo en particular. En el proceso de Análisis de Tecnologías se deben tomar en cuenta las siguientes aspectos:

- a)** Determinar si el uso del equipo es considerado típico o si tiene aplicaciones especiales dentro del servicio que lo solicita.
- b)** Revisar toda la información relacionada con el equipo en cuestión, como: Literaturas que describan aplicaciones, regulaciones, riesgos, condiciones ambientales, sistemas de apoyo necesario, experiencia sobre su uso, entre otras.

- c) Realizar una lista con los requerimientos técnicos y clínicos del producto, indicando la frecuencia de uso y su modo de utilización junto con las características que debe poseer, sin dejar de lado el conocimiento de la fase de ciclo de vida a la que pertenece.
- d) Elaboración de formatos de valoración
- e) Asignación de criterios de valoración y porcentajes de cuantificación.
- f) Elaboración de informes con recomendaciones junto con sus respectivas conclusiones.
- g) Asignación de un comité asesor para el análisis de Tecnológico.

Es importante que el comité asesor que realiza la valoración de tecnologías, considere como parte inherente del proceso, lo relacionado con el concepto del ciclo de vida de cada equipo médico, el cual puede definirse como:

- i. **Fase de innovación:** incluye el concepto, lo elemental, la investigación aplicada y el desarrollo.
- ii. **La fase adoptiva:** comienza con estudios clínicos.

La consideración de los aspectos anteriores, son de gran importancia en el proceso de análisis aplicado, a efectos de que el comité asesor tenga referencia de la etapa en que se encuentra una tecnología, de lo contrario podría darse el caso de adquirir equipos que todavía no han pasado etapas de prueba en ambientes reales.

En el proceso de valoración de tecnologías medicas, como se ha mencionado anteriormente, es necesario organizar dentro de categorías los criterios a tomar en cuenta durante la evaluación, con el objetivo de garantizar la eficiencia de la misma. Una sugerencia para la lista de categorías puede ser la siguiente:

- i. **Seguridad:** mecánica y eléctrica.
- ii. **Calidad:**

- iii. Criterios técnicos:** especificaciones del fabricante, controles, modos de operación.
- iv. Criterios clínicos:** entrenamientos en el servicio, facilidad de uso, consumibles, accesorios.
- v. Diseño de ingeniería:** características físicas, manuales de servicio y operación, dimensiones, peso, mantenimiento, soporte del fabricante.
- vi. Experiencia del usuario:** experiencia del Departamento de Mantenimiento y de los usuarios.
- vii. Otros factores:** estandarización y facilidades que brinda el fabricante, capacitación, garantía, país de fabricación, calidad del soporte técnico, experiencia del distribuidor en el medio hospitalario, entre otros.

En algunas instituciones de salud de algunos países de la región, cuando se han definido los criterios a tener en cuenta, se hace una lista con las características que reúne el "producto ideal", es decir, aquel que cumple los mínimos requerimientos, a partir de ese momento se efectúan los siguientes pasos:

- a)** Envío de los criterios a los fabricantes, distribuidores o representantes que comercializan el producto, solicitando la información correspondiente para determinar los modelos a ser considerados.
- b)** Cuando se tiene la información de los fabricantes, se comparan las especificaciones que él brinda con los requerimientos mínimos que debe reunir el producto.
- c)** Realizar pruebas al producto sobre la base de: Seguridad, diseño, criterios técnicos, eliminando cualquier muestra que no las cumpla.
- d)** Proveer cuestionarios o entrevistas que recojan los resultados de la opinión del usuario en cuanto a: facilidad de uso, cuán bueno es el producto, calidad del entrenamiento que brinda el fabricante o el que comercializa el equipo y total satisfacción con el producto.
- e)** Determinar los niveles de satisfacción de los usuarios con respecto a los equipos y el apoyo de los fabricantes. Puede considerarse visitas a lugares

donde el equipo está en uso. Si es posible, consultar con médicos, enfermeras, ingenieros biomédicos, integrantes del Comité de Análisis de Tecnologías Médicas.

- f) Utilizando los resultados y criterios anteriores se procede a llenar un formato de evaluación del producto en dependencia del fabricante. Se le asignan diferentes pesos a cada categoría. Y se analizan, se colocan al final y se suman los valores de todas las categorías de acuerdo al fabricante y el que aporte mayor información podrá ser seleccionado.

### **5.5 El Proceso del Análisis de Tecnologías.**

Para implementar y desarrollar un plan de análisis de tecnologías, como primera actividad se requiere el establecimiento de un **"Comité Asesor de Análisis de Tecnología Médicas" (CATEM)**, el cual deberá de realizar las funciones siguientes:

- a) Evaluar nuevas y emergentes tecnologías para identificar adquisiciones potenciales.
- b) Revisión de la tecnología existente y
- c) Monitorear y establecer las prioridades para las nuevas tecnologías.

Además de las funciones anteriores, el CATEM, debe de tener las siguientes responsabilidades:

- a) Determinar qué nueva tecnología se adapta en función de la misión del hospital.
- b) Cómo esa tecnología se compara con tecnologías alternativas.
- c) En qué etapa del ciclo de vida del producto esta la tecnología.
- d) Qué efecto podría tener la tecnología en el cuidado del paciente, en el pago, demanda por servicios, y el interés del cuerpo médico.

#### **5.5.1 Pruebas y Criterios de la valoración de la tecnología**

El CATEM también debe de asumir la responsabilidad de obtener los estándares de funcionamientos para los diferentes componentes del equipo médico, a efecto de evaluar sus especificaciones, además debe de analizar las instalaciones

necesarias para su funcionamiento, definir los parámetros de costo para el ciclo de vida, entre otros; todo ello antes de la adquisición del equipo, otros factores igual de importantes a tomar en cuenta son:

**a) Seguridad:** Análisis del riesgo involucrado en el uso de un artículo en una situación específica.

**b) Homogeneidad:** Determinación sobre si la tecnología desempeñará una función requerida y correspondiente a la naturaleza de los objetivos del hospital y si ella será utilizada. Es decir, identificar si la tecnología se adaptará adecuadamente dentro de la institución.

**c) Eficacia:** El beneficio de utilizar una tecnología particular para un problema médico dado bajo condiciones de uso esperadas.

**d) Análisis costo Beneficio:** Los costos reales de adquirir y operar una tecnología en relación a los beneficios reales que se derivan. El costo efectividad se refiere al costo de la tecnología con relación a las soluciones alternativas a un problema médico. Lo último usualmente es expresado en términos de vida salvadas, disfunción evitada, calidad de vida y entre otras (Doessel, 1993)

**e) Monitoreo y Reevaluación:** Las consideraciones tomadas después de la adquisición, para determinar el éxito esperado, es decir la identificación de factores específicos para ser corregidos en el futuro.

Además de los aspectos anteriores, se debe de realizar una evaluación de los equipos médicos específicos, incluyendo una comparación de las capacidades de los diferentes vendedores y suministrantes de equipos. Para realizar la evaluación se deben de ejecutar las siguientes acciones:

**a)** Pruebas del laboratorio de Ingeniería para determinar el funcionamiento del equipo o sistema.

**b)** Designar pruebas clínicas aleatorias para probar la seguridad, eficacia y efectividad de una tecnología médica. Los pacientes son asignados a grupos experimentales o de control y los resultados son comparados.

- c)** La aplicación de métodos epidemiológicos y de observación, tales como estudio de casos y estudios longitudinales, para determinar el beneficio derivado al paciente de una tecnología médica particular.
- d)** Análisis de Costos, incluyendo estudios de costo beneficio y costo efectividad para cuantificar y comparar los costos y beneficios.
- e)** Técnicas de simulado y modelado para determinar cuales factores produce los efectos mas tangibles.
- f)** Solicitud y comparación de experiencias de pares de otros hospitales quienes han utilizado la misma tecnología en una población similar de pacientes y compararlas con experiencias dentro del hospital.
- g)** Análisis del impacto operacional para determinar como la nueva tecnología afectará los protocolos, delineación de responsabilidades, niveles de almacenamiento y entrenamiento del personal.
- h)** Solicitud de opiniones de expertos de fuentes externas, tales como organizaciones que se dedican a la valoración de tecnologías, asesores o servicios de información.
- i)** Investigaciones literarias, integración, y resumen de los resultados reportados de la investigación.
- j)** Resumen de juicios y consensos del personal experimentado para integrar lo arriba ante encontrado.
- k)** Teniendo todo lo anterior se procede a crear un banco de datos con toda la información de mayor importancia.

El CATEM también tiene que acordar los criterios de la adquisición y del reemplazo para todos los nuevos componentes del equipo médico. Estos criterios deben de incluir los aspectos siguientes:

- a)** Capacidad técnica. ¿El dispositivo o procedimientos funcionan en forma confiable y entregan la información exacta?
- b)** Exactitud de diagnóstico: ¿La información proporcionada por el dispositivo médico contribuye a hacer un diagnostico exacto?

- c)** Impacto del diagnóstico: ¿En qué grado las pruebas resultantes influyen los patrones de pruebas de diagnóstico subsecuentes o reemplazan otros procedimientos y pruebas de diagnóstico?
- d)** Impacto terapéutico: ¿A qué grado las pruebas resultantes influyen la selección y aplicación de la terapia? ¿Es la selección de una terapia en particular más definitiva como un resultado de una prueba de diagnóstico que si esta prueba no fuera realizada?.
- e)** Resultado de paciente: ¿El funcionamiento de la prueba contribuye a la salud del paciente?
- f)** Reputación del vendedor: ¿La capacidad financiera y de soporte del vendedor hacen del equipo una adquisición viable?
- g)** Investigación: ¿La tecnología proporciona una fuente para el nuevo conocimiento y aumenta el nivel potencial del cuidado para los pacientes?
- h)** Utilidad: ¿La tecnología asiste en la eliminación del equipo anticuado o viejo? ¿Contribuye a la reducción del personal, eliminando protocolos o procedimientos médicos innecesarios?

La respuesta a las interrogantes anteriores debe brindar información indicada, y el monitoreo del estado del equipamiento existente a efectos de tomar decisiones relacionadas con las tecnologías médicas específicas. Así se realizará esta actividad de manera programada, y minimizar las presiones por demandas consideradas como emergencia.

Después de haber definido algunas actividades genéricas a seguir en desarrollo de un plan de análisis de la tecnología (PATEC), se debe analizar como este plan debe de gestionarse en una institución de salud.

### **5.5.2 Aspectos operacionales del Análisis de la tecnología.**

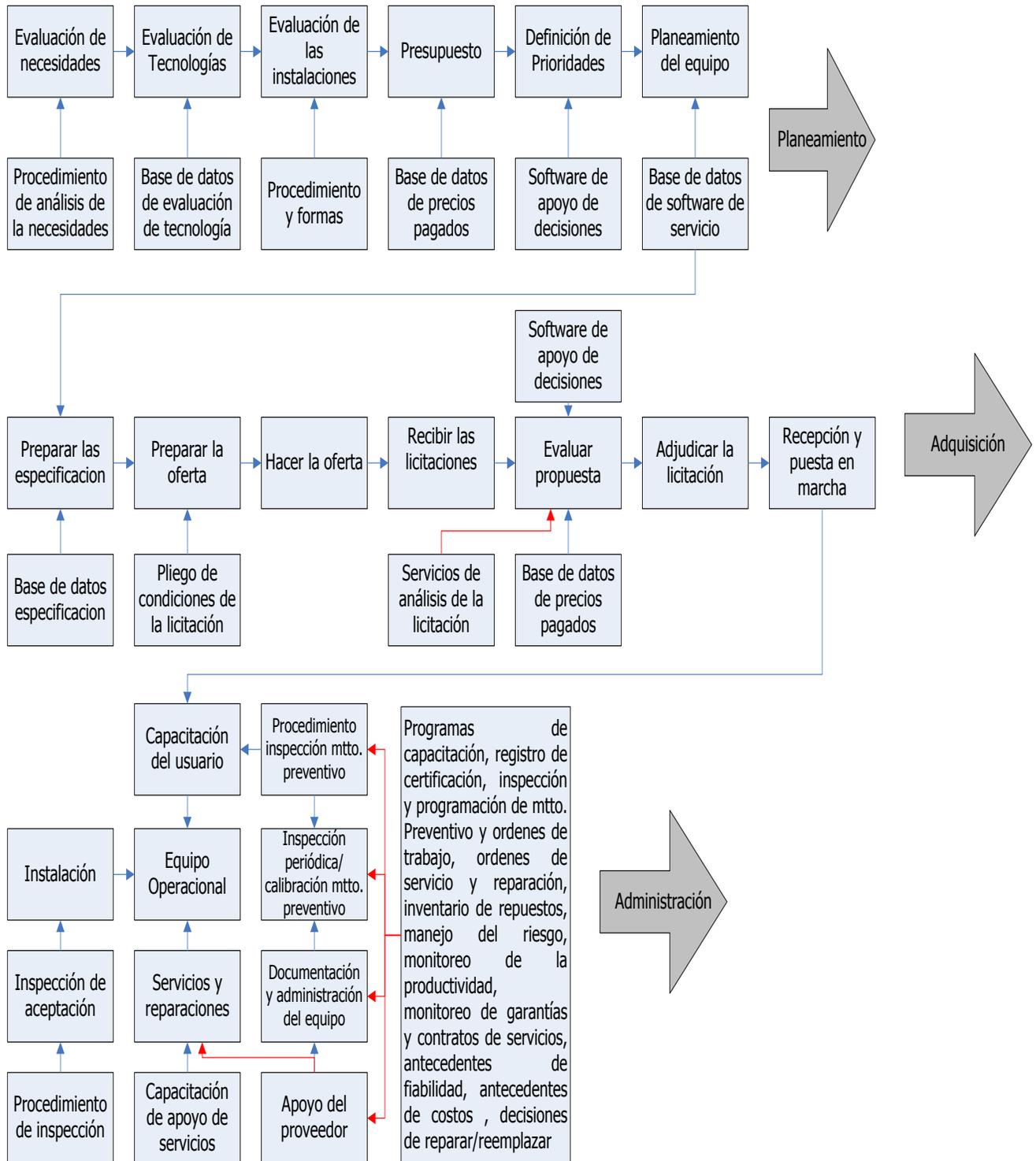
En la figura 5.1 se muestra las actividades relacionadas con el proceso de análisis de tecnología, en el cual se pueden observar las etapas de planeación, adquisición y administración de las tecnologías médicas.

Cada una de esta se menciona a continuación:

#### **5.5.2.1 Planeación de tecnologías.**

Esta etapa inicia, cuando un ambiente de una institución de salud, expresa el interés por adquirir una determinada tecnología, para ello, se recomienda la utilización de dos tipos de formatos, los cuales pueden ser completados a través del departamento de ingeniería y mantenimiento (UNIMA) o en forma individual, estos formatos son: solicitud para revisión de necesidades (SR) y una solicitud de valoración del activo fijo (SVAF). Estos formatos deben ser enviados al CATEM para que se haga una evaluación de la necesidad en función de los estándares previamente adoptados por la institución.

## Planeación, adquisición y administración de las tecnologías médicas.



**Figura 5.1:** Actividades para el proceso de análisis

En el formato SR el usuario delinea el análisis razonado para adquirir el dispositivo médico, por ejemplo: cómo el artículo mejorará el cuidado de paciente, generará ahorros de costo, apoyará la calidad del servicio, será fácil de operar y quién será el usuario primario. En el formato SVAF se debe describir el artículo, se estima su costo y se ofrece alguna justificación por la cual debe ser comprado. Luego debe ser enviado a la oficina que gestiona el presupuesto para su revisión y opinión. De esta forma se debe determinar el método óptimo para el financiamiento de la adquisición solicitada.

Estos dos formatos deben dar origen a todo el proceso de análisis de las necesidades clínicas del servicio peticionario, a efectos de verificar si realmente, lo solicitado cumplirá lo especificado y si apoyará la misión y metas de la institución. Si el resultado no es viable el CATEM, debe de informar al servicio correspondiente.

Después del análisis de necesidades, se deben de proceder a la evaluación previa de las tecnologías, para ello se deben de utilizar técnicas y estándares de funcionamiento. El CATEM debe de utilizar toda la información que tenga disponible en sus bases de datos a efectos de determinar en que parte del ciclo de vida (desplazamiento) se encuentran las tecnologías solicitadas, si se tienen representantes locales, si estos tienen buen departamento de soporte, si existen experiencias positivas de otros socios. Si el CATEM, no tuviera información disponible, deberá buscar la forma de solicitarlo a los fabricantes o distribuidores.

Tomando de referencia el análisis de tecnología se procede a evaluar las instalaciones donde se necesita dicha tecnología, verificando algunos aspectos tales como: disposición espacial, sistemas eléctricos, iluminación, aire acondicionado, gases médicos u otra condición especial que necesite la tecnología solicitada.

Teniendo el análisis de tecnologías médicas y el de las instalaciones, se procede a verificar el presupuesto, a efectos de determinar si existe el soporte financiero para adquirir el equipo y las necesidades de las instalaciones que hayan resultado. En el análisis del presupuesto se hace una evaluación de la base de datos de tecnologías adquiridas a efectos de verificar los antecedentes de gastos y pagos realizados en equipos similares.

Dado que la institución de salud tiene muchas necesidades y proyectos de desarrollo, el CATEM, debe de valorizar todas las solicitudes recibidas y que han sido analizadas a efectos de determinar la prioridad de ejecución de ellas, para ello es recomendable el uso de un sistema informático, que apoye la valoración de estas prioridades

Cuando se ha definido la prioridad de la solicitud realizada, el CATEM, entonces tiene la autoridad para recomendar la aceptación o el rechazo de cualquier petición, basado en un consenso de sus miembros. Si la petición es aprobada por el CATEM, debe de enviar una recomendación al Comité de Adquisición de Tecnologías Médicas (CAT), para los procesos subsiguientes.

#### **5.5.2.2 Adquisición de las tecnologías.**

La administración exitosa de la valoración de la tecnología requiere que una institución adopte políticas y procedimientos basados en objetivos claros. La evaluación de tecnologías médicas es una de las funciones más importantes de una Unidad de Ingeniería y Mantenimiento (UNIMA). Esto puede tomar justamente unas pocas horas para equipos sencillos o hasta varios meses para instrumentación más compleja. Sin importar el tipo de equipo o el tiempo requerido para ejecutar una evaluación, las destrezas requeridas y la secuencia de pasos a seguir serán esencialmente los mismos, el análisis del proceso de evaluación de evaluación, considera que la UNIMA debe asegurarse de:

- a)** Adquirir los equipos que cumplan con los requerimientos clínicos sugeridos por el personal médico y de enfermería.
- b)** Valorar la seguridad, interfaces de usuarios, impacto del ambiente, condiciones bajo las cuales el equipo debe de operar.
- c)** Seguimiento y vigilancia apropiada del estado de la tecnología y del equipo comercialmente disponible.

Solamente después que esta información colectada ha sido completada y las necesidades del personal médico han sido convertidas en requisitos de ingeniería detallados y equitativos, la decisión iniciará la fase de inicio. A este nivel la selección es usualmente, ya sea la compra del equipo deseado o modificar la instalación por la UNIMA.

La fase de inicio comienza con la elaboración de las características técnicas del equipo a adquirir, en este caso, se puede hacer uso de la base de datos que se tenga a efectos de utilizarla o actualizarla para el nuevo proceso. En la elaboración de las especificaciones técnicas, se deben tomar en consideración aspectos de suministro de energía y seguridad eléctrica, suministro hidráulico, desagües, etc.; además aspectos de dimensiones del equipo, usos y aplicaciones clínicas, accesorios, repuestos, mobiliario requerido, manuales, entre otros.

Cuando se tienen las especificaciones, se procede a elaborar el documento denominado términos de referencia, el cual considera elementos contractuales, tales como: técnicos, legales, financieros y administrativos. Este escrito representa el pliego de peticiones de licitación y es considerado como la preparación de la oferta.

Una vez se haya preparado la oferta se procede a ejecutarla, lo cual consiste en invitar por diferentes medios a los posibles suministrantes de las tecnologías que se han planificado adquirir. Al mismo tiempo se debe preparar

todo lo relacionado para la gestión del proceso, como la elaboración del portafolio de ofertas.

Posteriormente se procede a la etapa de recepción de ofertas, para tal caso se debe de tener listo el portafolio a efectos de registrar a las empresas que participan y la respectiva documentación de respaldo.

Se continúa con el análisis de las ofertas recibidas, para tal caso se hace uso de la base de datos o de un sistema informático que apoye el proceso de análisis. En este paso se integren las personas que conozcan sobre los aspectos técnicos, financieros, legales administrativos entre otros. Se debe de tener listos los formatos o el sistema informático para facilitar el proceso. Se recomienda que se analicen precedentes sobre las tecnologías en análisis, como también el historial de costos de tecnologías similares, de suministrantes entre otros.

Después del análisis de oferta, se debe tomar una decisión sobre la adjudicación de una oferta en particular y así notificar al usuario y al suministrante. Al mismo tiempo debe de proceder a realizar todas las acciones de carácter contractual. Si es necesario la actualización de las instalaciones donde se utilizará la tecnología debe empezarse a planificar.

Una vez firmado el contrato, se debe iniciar todas las actividades para la recepción y pruebas iniciales de la tecnología adquirida. Una vez que el equipo ha sido recibido y aceptado, este debe ser ingresado al inventario y mantenido de acuerdo con las políticas de administración y los procedimientos de gestión de tecnología.

### **5.5.2.3 Administración de la Tecnología Adquirida**

El proceso de gestión de la tecnología, iniciará en el desarrollo de este estudio, desde el momento que el equipo es instalado en la unidad donde fue solicitado. En este servicio, se deben ejecutar los correspondientes protocolos

de inspección a efectos de que al final del proceso de verificación, el equipo pueda ser aceptado a conformidad. Todos los formatos que se utilicen y los resultados deben ser archivados en el correspondiente portafolio de administración de la tecnología adquirida.

Inmediatamente después de que se hayan realizado las pruebas de aceptación debe de procederse a iniciar la capacitación para el personal clínico y técnico, según fuera lo acordado contractualmente se deben verificar que se contemplen además de los aspectos de uso del equipo, tópicos sobre seguridad, mantenimiento preventivo y posible falla y soluciones probables.

En función de la organización específica de cada institución de salud, al equipo se le debe de dar seguimiento, iniciando este proceso desde el momento que comienza la garantía, la cual inicia desde el momento de la aceptación del equipo. Se deben verificar al menos los siguientes aspectos:

- a)** Entrega del programa de mantenimiento preventivo de parte del suministrante.
- b)** Cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.
- c)** Capacidad de respuesta del suministrantes ante llamadas de apoyo de parte de la institución
- d)** Realización de procedimientos de calibración según sea necesario
- e)** Entrega de la documentación necesaria, la cual puede ser: manuales de operación, de servicio, de instalación, de preinstalación, de partes entre otros.
- f)** Capacidad y eficiencia para suministrar repuestos, accesorios y consumibles.

Además de los aspectos anteriores, la UNIMA debe de tener la capacidad de registrar información entre la que se puede mencionar.

- a)** Solicitudes de servicio por mantenimiento preventivo y correctivo.

- b)** Resultados del programa de capacitación
- c)** Registros de certificación y de calibración del equipo, según fuera necesario.
- d)** Inventario de repuestos, accesorios y consumibles, control de costos por mantenimiento preventivo, correctivo, calibraciones entre otros.
- e)** Actividades desarrolladas para la gestión del riesgo
- f)** Control de la productividad del equipo
- g)** Resultados variados en el monitoreo de la garantía y contratos de servicio, si fueran aspectos contractuales.
- h)** Resultados de actualización o de descarte.

Al final de la garantía, todos los resultados del seguimiento de la tecnología, los cuales se han registrado en el portafolio, deben ser enviados a la unidad de adquisiciones de tecnologías y al CATEM.

## **5.6 Recomendaciones para el análisis de tecnologías.**

Se mencionan algunas recomendaciones que resultan de su suma importancia y que deben de considerarse en el proceso de planificación, adquisición y gestión de las tecnologías.

### **5.6.1 Definición de Requisitos Clínicos.**

Aunque los médicos, enfermeras y tecnólogos clínicos no conocen de aspectos técnicos muy específicos de los equipos ni de las instalaciones pero muy frecuentemente tienen una base técnica y una experiencia extensa en el campo de aplicación de la tecnología. El ingeniero biomédico debe ser capaz de interactuar con el personal clínico para llevar a cabo lo siguiente.

- a)** Definir los objetivos clínicos generales. El desarrollo de objetivos clínicos relevantes es esencial ya que sirve como una base para seleccionar, evaluar y aceptar el equipo.
- b)** Cuantificar el tipo y rango de las variables fisiológicas, a ser medidas registradas o analizadas. El establecimiento de una lista de parámetros

fisiológicos y grado de exactitud requerida para cada parámetro lo hará fácil para desarrollar las especificaciones de ingeniería para que el vendedor y así determinar los criterios de evaluación de los fabricantes que compitan.

- c) Monitorear el ciclo de vida de la tecnología, innovaciones de investigación y determinar su utilidad clínica.

### **5.6.2 Valoración de las Condiciones Ambientales.**

Además de la definición de los requisitos clínicos, el ambiente en el cual el equipo funcionará es también significativo. El ingeniero biomédico debe estar enterado de cualquier necesidad ambiental y de apoyo que los equipos requieran para su adecuado funcionamiento (temperatura, energía eléctrica, trampas electromagnéticas, sistemas hidráulicos, mecánicos, entre otros).

A continuación se mencionan algunas restricciones que se podrían encontrar en los ambientes:

- a) Espacio: El espacio generalmente se considera una restricción que se aplica solamente a los sistemas grandes. Sin embargo, la cuestión del espacio se debe plantear para todo el equipo que sea adquirido, incluso si este espacio es después utilizado para sistemas pequeños. Así, cualquier problema potencial relacionado con el tamaño físico del dispositivo así como de sus accesorios se detecta oportunamente. Esta preocupación es especialmente esencial en las instituciones en donde las negociaciones para el espacio adicional pueden tomar muchos meses e implicar las autoridades de mayor jerarquía en la organización.
- b) Las Instalaciones y Servicios de apoyo requeridos: La vigilancia ambiental inicial debe también incluir un estudio de la energía eléctrica disponible en el área propuesta, incluyendo los detalles del sistema de la alimentación, del voltaje, del número de fases, de la capacidad actual, y de la presencia y del tipo de energía de emergencia. La disponibilidad de gases médicos se debe también observar. Además, para una localización de anestesia, se requieren

el óxido nitroso y la evacuación del gas. Todas las áreas se deben examinar para analizar la instalación del agua, luz, calefacción y aire acondicionado, la protección contra la radiación y los servicios para la disposición de los desechos, entre otros. Debe también haber suficiente espacio para el almacenaje de los suministros de rutina, de actividades (de servicio) y, lo más importante las actividades del personal relacionadas con el paciente.

- c) Condiciones ambientales especiales: La mayoría de los dispositivos médicos se diseñan para funcionar bajo las condiciones de funcionamiento normales, que incluyen temperatura, humedad, la vibración y el choque, y campos eléctricos y magnéticos. Sin embargo, si el equipo médico será sujeto a cualquier condición ambiental anormal, debe ser considerado.

### **5.6.3 Encuesta y Estudio sobre el mercado**

Con los requisitos clínicos definidos y las condiciones ambientales establecidas y conocidas, el paso siguiente en el proceso de adquisición es la búsqueda de información específica relacionada con el equipo que cubrirá con todas las necesidades. Al realizar este estudio, es necesario tener una lista de verificación con las características más significativas del equipo deseado. El estudio es importante y se debe realizar a fondo sin importar el nivel de la experiencia del ingeniero biomédico o el nivel de la complejidad de la herramienta que se adquirirá.

En muchos casos, es razonable esperar, con que los requisitos del sistema puedan ser satisfechos en su mayoría o completamente por el equipo comercialmente disponible, en este caso, los catálogos de los equipos sirven como fuentes iniciales de información sobre la cuál se puede trabajar. Sin embargo, si la búsqueda no es exitosa o parcialmente exitosa, puede significar que es necesario nuevos elementos especiales en el diseño. En este caso, es apropiada una búsqueda más comprensiva y exhaustiva en la literatura técnica. El propósito de esta búsqueda es determinar donde se está desarrollando el campo de interés y qué instrumentación se está utilizando en este.

Un método eficaz de obtener la información técnica es utilizar un cuestionario de pre-compra. Este cuestionario comprensivo puede proporcionar una gran cantidad de información, incluyendo datos técnicos, responsabilidad, y la información del producto y fabricante bajo consideración. Es importante que la forma sea llenada y firmada por el encargado del fabricante. La adquisición de la firma proporciona mayor confianza en la validez de la información técnica contenida, que si ella fuera completada por el departamento de ventas o representantes del departamento de servicio al cliente.

Durante esta recolección de datos, es también útil establecer una cierta idea del costo del equipo. Una estrategia útil es la de desarrollar "una valoración de costos de funcionamiento," el cual es acumulado y modificado como una recopilación de información técnica sobre el equipo. Mientras que las necesidades del equipo cambian, basado en requisitos y restricciones, los costos aproximados pueden ser asignados y un total establecido.

Una vez que el vendedor haya respondido a su requisición formal o informal para la información propuesta, la UNIMA es generalmente responsable de evaluar respuestas técnicas, y el departamento de compras evalúa las respuestas financieras. Un modo común para conducir esta evaluación es el uso de una matriz estructurada. Este sistema consiste en dos fases, una evaluación técnica y una evaluación clínica que produzcan una conclusión que pueda ser fácilmente entendida y justificada.

Normalmente se utiliza una matriz, en la cual se identifican las características dominantes o atributos "deber-tener" del dispositivo deseado. Cualquier dispositivo que no ofrece estas características se rechaza automáticamente. Por ejemplo en la selección de un paquete de software para interpretar formas de onda de ECG, una característica clave puede ser la capacidad de funcionar en tiempo real. En este caso, ningún producto que no proporcione esta característica será considerado.

### **5.6.3.1 Método de Evaluación de equipos por asignación de pesos**

Una vez que los atributos "deber-haber" han sido satisfechos, los dispositivos "aspirantes" restantes deben ser evaluados técnicamente. Esto es llevado a cabo asignando un factor de peso (El cual es usualmente de 0 a 10), lo cual sirve para denotar la importancia relativa de cada uno de los atributos deseados. Una vez que los factores de peso han sido designados, frecuentemente en colaboración con los usuarios clínicos, el CATEM (en colaboración con los usuarios, si es necesario) determina el nivel de cumplimiento de cada equipo.

Un valor o nota (de nuevo 0 a 10) es asignada y después multiplicada por el factor de peso, y así determinar la calificación total de cada atributo para cada equipo. Estas calificaciones son luego totalizadas para determinar el porcentaje total por equipo. Estos porcentajes determinan la habilidad relativa de cada equipo para satisfacer los requerimientos del usuario, hay que mencionar que cada uno de estos valores pueden ser asignados según sea la conveniencia, es decir, se pueden asignar valores diferentes del 0 al 10. Se pueden considerar las siguientes características.

- a)** Exactitud
- b)** Confiabilidad
- c)** Seguridad
- d)** Serviciabilidad
- e)** Intercambiabilidad
- f)** Funcionamiento
- g)** Repetibilidad
- h)** Costo

Cada uno de estas características son importantes, pero unas lo son más que otras. Asignando los factores de peso usados en la figura 5.2, el ingeniero

del CATEM debe de tener en cuenta la importancia relativa de cada uno de estos atributos:

- a) **La exactitud** es una medida de la capacidad del dispositivo de proporcionar valores medidos dentro de un rango aceptable de algún estándar conocido sabido. Puesto que muchas decisiones clínicas se basan en medidas fisiológicas o química clínica, es extremadamente importante que la exactitud de un dispositivo sea evaluado y establecidas las tolerancias.
  
- b) **La confiabilidad** de un instrumento puede ser discutida cuantitativamente en términos del tiempo promedio entre fallas del instrumento. Sin embargo, para la mayoría de los dispositivos dedicados al cuidado del paciente, esta información no está disponible para el sistema total. Se puede, sin embargo, desarrollar una cierta sensación cuantitativa para probable confiabilidad, a través de la examinación de la calidad del componente, evidencia de fabricación, disipación de calor así como evidencia de la resistencia mecánica a los choques, impacto y vibración. Otra fuente valiosa en estimar la confiabilidad es consultar con los ingenieros biomédicos de otros hospitales en donde se utilizan los equipos a evaluar.
  
- c) **Las condiciones de seguridad:** Estas deben estar referenciadas a los pacientes, el personal clínico, y los visitantes. La UNIMA debe asegurarse de que cada vendedor tome en cuenta ciertas especificaciones del funcionamiento en cuanto a las corrientes de salida y la interrupción de la energía. Además, es importante comprobar las provisiones que cada vendedor ha tomado en función de los diferentes tipos de seguridad (mecánico, térmico, eléctrico, químico, radiación, etc.).

**d) Serviciabilidad (Tiempo en funcionamiento sin fallas):** La utilidad es una consideración importante, ya que todo equipo se degrada o falla con el tiempo. Solo habría que analizar las estadísticas referidas como "Tiempo promedio para reparar" el equipo (TPRE). La minimización del TPRE requiere atención para la disponibilidad de la documentación sobre la calidad del mantenimiento, la ubicación y fácil remoción de los componentes que fallan, la rápida disponibilidad de cualquier componente de un fabricante específico, la disponibilidad de una instalación de mantenimiento que da soporte al fabricante así como la disponibilidad de entrenamiento especial para los técnicos de planta en el hospital y los del distribuidor del equipo.

Habiendo determinado los factores de peso y construido la matriz, el próximo paso es evaluar. Tomando en cuenta la figura 5.1, el lado izquierdo de la fila de cada vendedor, muestra la calificación real, y el derecho muestra la calificación de los pesos. En el ejemplo mostrado, para el caso del vendedor #3, este posee la más alta calificación. Usando este acercamiento, el ingeniero biomédico (CATEM) tiene un método cuantificado para justificar cualquier recomendación hecha.

	Confiabilidad	Exactitud	Repetibilidad	Seguridad	Utilidad	Intercambiabilidad	Funcionamiento	Costo	Resultado
<b>Peso del factor</b>	9	9	8	10	9	5	9	7	
<b>Vendedor 1</b>	2	5	4	8	7	8	3	8	359
	18	45	32	80	63	40	27	54	
<b>Vendedor 2</b>	7	8	8	10	10	8	7	8	548
	63	72	64	100	90	40	63	56	
<b>Vendedor 3</b>	9	9	9	10	10	8	9	5	580
	81	81	72	100	90	40	81	35	
<b>Σ Total</b>									

**Figura 5.2:** Ejemplo de distribución de atributos y asignación de peso.

#### 5.6.4 Inspección de Entrada

Una inspección de entrada es parte de las pruebas de aceptación designadas para verificar que cada equipo médico recibido por el hospital es capaz de realizar su función diseñada, es decir, que funciona de acuerdo a las características técnicas definidas por el fabricante. En años anteriores los estudios demostraron que las fallas debidas a la falta de cumplimiento de características técnicas eran del 50%. Hoy en día ha disminuido el porcentaje al 10%. Porcentajes más altos de fallas son usualmente considerados no aceptables y precipitan a una revisión cuidadosa del producto y del fabricante involucrado.

Una función secundaria de la inspección de entrada es la verificación, asegurando con ello la relación con el programa de administración de tecnologías. Los factores relevantes incluyen:

- a) Verificar que el vendedor seleccionado ha entregado el equipo completo con todos los accesorios y otros suministros necesarios.

- b)** Documentación en completa concordancia con los términos prescritos en el contrato de adjudicación. Inicio de un registro de control de valorización por la UNIMA.

Condiciones de venta (CDV) es un documento que integra las especificaciones del equipo, funcionamiento, instalación y seguimiento de aspectos del servicio (entrenamiento, garantía). Como un documento de conclusión el CDV asegura que las negociaciones son completadas antes de que la requisición de compra es entregada y que cada participante está de acuerdo acerca del producto a ser entregado. Como un documento de cumplimiento, el CDV especifica los códigos y estándares que tienen jurisdicción sobre el equipo. Esto puede incluir provisiones para futuras modificaciones del equipo, cumplimiento con estándares bajo desarrollo, y actualizaciones de software.

Se debe de utilizar CDV como un documento guía que asegura que todas las condiciones de compra son conocidas, desde la entrega a través de la implementación clínica. Este documento puede servir para el control de los costos completos de adquisición, lo cual no suele aparecer en las hojas de especificación o demostraciones del vendedor. Esto es especialmente importante para el personal administrativo con la responsabilidad de aprobación del presupuesto de capital y para los administradores con la responsabilidad de operativizar el presupuesto.

La inspección de entrada debe incluir los siguientes elementos:

- a)** Pruebas funcionales para el cumplimiento con las especificaciones del fabricante o especificaciones generadas en el hospital y la forma CDV.
- b)** Inspección Visual / Mecánica.
- c)** Pruebas de Seguridad.
- d)** Iniciación de los programas de entrenamiento para usuarios y técnicos biomédicos.
- e)** Provisión de repuestos y suministro de consumibles.

Las pruebas funcionales son derivadas de las especificaciones del fabricante y de las generadas en el hospital. Los criterios de inspección visual y mecánica y las pruebas de seguridad pueden ser derivadas de las políticas del hospital para la seguridad de los pacientes, de códigos, regulaciones y especificaciones del fabricante o del hospital. Tomando de base el personal, equipo de prueba, espacios y tiempo, estos criterios pueden ser desarrollados para adecuarse a cada necesidad del programa. Sin embargo, bajo ninguna circunstancia debería ser autorizado un nuevo equipo sin inspección para su uso en pacientes.

### **5.7 Recomendaciones adicionales para la adquisición de equipamiento médico.**

Algunas recomendaciones a considerar son:

- a)** Adquirir el equipo más barato no siempre es lo mejor, ya que puede ser el más caro de operar y mantener. Es necesario prestar mayor atención a los costos que se refieren a la operación, mantenimiento o reparación, tales como electrodos, cables, baterías, reactivos y otros insumos, así como piezas de repuesto, gastos de mantenimiento, etc. Un elemento importante es el tiempo de garantía que ofrece el fabricante o el representante de la marca dentro del país.
- b)** Adquirir equipos de modelos conocidos, ya que algunos modelos aunque son probados y funcionan bien como prototipos, al pasar a escala industrial presentan deficiencias, en algunos casos toma entre 6 meses y un año remediar esta situación.
- c)** Consultar la opinión de otros. Luego de establecer claramente los requisitos a satisfacer en el hospital con la compra de un nuevo equipo, es decir, establecer las especificaciones, es recomendable consultar a médicos e ingenieros de otros Centros de atención que posean equipos similares. Sería conveniente comprobar si la compañía con la cual se desea adquirir el equipo, posee prestigio y cumple con todo lo ofrecido. En lo posible, es necesario corroborar el funcionamiento de equipos ya instalados, para comprobar sus facilidades.

- d)** Comprobar el equipo antes de su compra. Hay ciertas compañías que como comprobante de la calidad que brindan, dan la opción de instalar el equipo en el hospital y ofrecer un mes de prueba antes de la venta, junto a una garantía mínima de un año. Eso solo puede ofrecerlo quien vende un producto eficiente.
- e)** Comprobar eficiencia técnica antes de la compra. Para corroborar que el equipo reúne todas las condiciones de seguridad para pacientes y operadores que específica, que estas son las mas adecuadas para el hospital y que cumplen con las regulaciones que se encuentran vigentes, tanto nacionales como internacionales. Estas pruebas deben realizarse por personal especializado propio del hospital o por terceros sin vínculos con el vendedor o el fabricante. Todas las pruebas de seguridad normadas, más las especificadas por el fabricante deben ser hechas o repetidas con el equipo instalado en el hospital y siempre por personal ajeno al fabricante o vendedor.
- f)** Capacitación del personal. Un gran porcentaje de los problemas que se pueden dar en un equipo en particular, y que son reportados al departamento de ingeniería y mantenimiento del hospital, pueden llegar a ser por ignorancia o error de los usuarios, por falta de entrenamiento. Es importante garantizar el entrenamiento de los operadores, así como del personal técnico del mantenimiento por parte del fabricante o su representante. Es conveniente luego de un corto tiempo de utilización, cuando los usuarios y personal de mantenimiento estén más familiarizados, recibir un segundo entrenamiento con mayor nivel de profundidad. Es importante siempre solicitar al proveedor dos copias de la documentación del equipo, particularmente del Manual de Operación y del Manual de Servicio con todos los esquemas, aún en los casos en los que se contrata el mantenimiento al proveedor.
- g)** Asegurar el respaldo de soporte técnico. No adquirir lo que no se puede mantener dado que ningún equipo opera sin un mínimo de cuidados. Antes de comprar un equipo, este debe incorporarse al sistema de mantenimiento preventivo y comenzar su ejecución a partir de su instalación.

- h)** Contrato de venta. No comprar equipo si el proveedor no se responsabiliza con un mínimo de condiciones mediante contrato, tales como:
- i.** Tiempo y tipo de garantía (es recomendable un año como mínimo). Especificar los aspectos que cubren la garantía y particularmente las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo durante el tiempo de garantía.
  - ii.** Condiciones de seguridad para pacientes y operadores especificando normas y niveles de magnitudes a controlar.
  - iii.** Fases de entrenamiento de los operadores, así como del personal encargado del mantenimiento por parte del proveedor.
  - iv.** Documentación para la operación, mantenimiento y calibración del equipo. (Dos copias mínimo).

## **5.8 Manual de Calidad**

### **5.8.1 Introducción**

El Manual de Calidad de Equipos proporciona la información necesaria para definir el grado de eficiencia de las diferentes marcas de acuerdo a la aplicación de interés. Dicho manual podrá ser aplicado por cualquier institución de salud, médico o usuario de estos equipos; evaluando cada una de las propiedades de los equipos a través de una valoración por medio de puntos, y podrá definir la calidad de cada uno de los equipos de interés. Evidentemente, el hacer un estudio de este tipo, conlleva una investigación completa de las cualidades y las capacidades del equipo, para obtener un análisis cuantitativo y cualitativo, eficaz y confiable de estos.

### **5.8.2 Marco conceptual.**

El concepto de calidad no se puede definir tan fácilmente dado que en muchas situaciones resulta ser una apreciación subjetiva, la cual depende del contexto donde se aplica. En un sentido etimológico el concepto de calidad proviene del latín "quakitis" que significa el conjunto de cualidades que constituyen la manera de ser de

una persona o cosa, y es sinónimo de cualidad, clase, aptitud, excelencia, categoría, casta, nobleza, superioridad entre otras muchas acepciones.

La calidad no es un concepto simple y su significado varía dependiendo de las condiciones históricas, culturales, etc. Según Donabedian "La evaluación de la calidad debe apoyarse en una definición conceptual y operativa de lo que significa "calidad de la atención médica". En este aspecto fundamental se presentan muchos problemas, pues la calidad de la atención es una idea difícil de definir" y agrega "Hay algunos que consideran que la calidad del cuidado de la salud es una propiedad tan compleja y misteriosa, tan variable de significado entre una y otra situación, que no es asignable a una especificación previa. Algunos otros tienen otro punto de vista creyendo que la calidad puede llegar a tal especificación que puede ser comprada y vendida por 'kilos'".

Sin importar el concepto los conceptos o abordajes de calidad, lo más importante a considerar es que la definición del concepto de calidad que se adopte para el programa de calidad debe ser lo suficientemente concreta como para permitir que las evaluaciones que se hagan del desempeño puedan medir la calidad de éste en términos claramente cuantificables y que ofrezcan validez y reproducibilidad.

#### **5.8.2.1 Calidad de la atención en salud.**

Teniendo en cuenta el punto de vista descrito anteriormente, existe un esfuerzo en establecer de manera clara y precisa la definición de la calidad en salud; sin embargo, quien más ha trabajado este concepto es el Dr. Avedis Donabedian, quien desde finales de los años 60's y hasta la fecha se ha convertido en la máxima autoridad mundial sobre la calidad de la atención médica. Él define la calidad en salud así: "la calidad en salud es una propiedad de la atención médica que puede ser obtenida en diversos grados. Es la obtención de los mayores beneficios con menores riesgos para el paciente en función de los recursos disponibles y de los valores sociales imperantes".

Para una conceptualización más completa de calidad en salud se necesita considerar la relación entre el valor de la mejoría del estado de salud y los recursos necesarios para producir dicha mejoría. Donabedian al respecto especifica que “la atención médica se da como el tratamiento que proporciona un profesional de la salud a un episodio de enfermedad claramente establecido, en un paciente dado, del cual se originan dos aspectos, el primero, como la atención técnica que es la aplicación de la ciencia y tecnología para la resolución de un problema de salud y el segundo como la relación interpersonal, que es la interacción social y económica entre el profesional de la salud y el paciente”.

En las definiciones anteriores se deduce que la calidad implica varias dimensiones, las cuales son la dimensión técnica, la seguridad, el servicio y el costo racional, donde la dimensión técnica es la más importante, ya que consiste en la mejor aplicación del conocimiento a nivel de la idoneidad profesional y la tecnología a nivel de los procedimientos y equipos disponibles en favor del paciente. Refiriéndose a la calidad técnica, Avedis Donabedian reitera que consiste en la aplicación de la ciencia y la tecnología médica de un modo que rinda los máximos beneficios para la salud sin aumentar de forma proporcional los riesgos.

La calidad es, por consiguiente, la medida en que se espera que la atención suministrada logre el equilibrio más favorable entre los riesgos y beneficios. El modelo entonces propuesto por Avedis Donabedian abarca tres aspectos de control de la calidad: estructura, proceso y resultados.

Otra de las dimensiones que se toman en cuenta para evaluar la calidad es la dimensión de la seguridad: se busca que al tratar un paciente se consiga mayor beneficio que riesgo para él mismo; por tanto, en las medidas de calidad respectivas se debe ponderar en que grado se logró el equilibrio más favorable entre ellos y se enfatiza que no deben lograrse beneficios para un paciente a costa de aumentar los riesgos a él o a terceros. En la tercera dimensión de la calidad, a nivel del servicio, se considera importante la oportunidad y continuidad

con que se presta la atención, siendo muy importante la relación interpersonal con el paciente, las características del lugar en que se preste el servicio y la facilidad de acceso que se tenga para la prestación del servicio. La cuarta dimensión es el costo racional de la atención, entendiendo su relación con los beneficios y riesgos que se derivan de ello, ya que al mejorar la calidad puede implicar incrementar los costos, pero también, el hacer uso innecesario o inadecuado de servicios se generan aumentos que no aumentan la calidad.

### **5.8.2.2 Valoración de la calidad en salud.**

En las instituciones que prestan servicios de salud se debe apegar por que las acciones y programas de garantía de calidad se desarrollen en varios ámbitos del sistema de salud, desde el servicio clínico individual hasta la red nacional de establecimientos y servicios. Se hace entonces indispensable desarrollar mecanismos permanentes para medir y evaluar tanto cuantitativa como cualitativamente y desde el punto de vista de los financiadores, observadores, prestadores y usuarios del sistema. Para esto se deben establecer estándares que permitan comparar permanentemente el sistema y la percepción que de él tienen los usuarios, todo esto con el fin de establecer procesos de mejoramiento continuo que eleven la calidad dentro del sistema y hacia los usuarios del mismo.

Para poder evaluar la calidad de la atención se deben definir los criterios, indicadores y estándares, ya que estos deben adaptarse y formularse de acuerdo a la situación particular que se va a evaluar y los objetivos que se persiguen, porque el gran reto de los sistemas de salud para establecer una metodología de evaluación apropiada y adaptada a las necesidades y oportunidades de diversas áreas radica en establecer criterios unificados acerca de lo que consiste la atención en salud.

Las metodologías documentadas en gran parte dirigen su enfoque ante todo al conocimiento de los aspectos que determinan la evaluación de la calidad y toman en cuenta tres elementos de aproximación fundamentales: la estructura (atributos de los sitios en que se presta la atención), el proceso (incluye a todos los proveedores

de la atención y sus habilidades para brindarla) y los resultados (los beneficios que obtiene el paciente).

Al realizar la evaluación de la calidad a nivel de la *estructura* se tiene como objeto el análisis sobre las características de las instalaciones, equipos, tecnología, recurso humano técnico y auxiliar, recursos financieros y sistema de información interna y externa.

### **5.8.3. Generalidades del Manual de Calidad**

Bajo el concepto de generalidades del manual de calidad, se ha considerado la definición del propósito, objetivos y consideraciones a tener en cuenta durante el proceso de análisis de la calidad de las tecnologías.

Debe de tenerse muy en cuenta que en cualquier programa de aseguranza o garantía de la calidad, no tendrá éxito si no se considera el aspecto tecnológico, dado que es lo que permite apoyar el proceso de atención de pacientes en una institución de salud.

#### **5.8.3.1 Propósito del Manual de Calidad**

El Manual de Calidad (MC) es la base en la cual se fundamenta todo un Sistema de Gestión de Calidad de las Tecnologías Médicas. Este MC sirve como una descripción general de todos los procesos de gestión eficaz, eficiente, y económico de la calidad basado en algunos enfoques tales como al conocimiento de los aspectos que determinan la evaluación de la calidad y toman en cuenta tres elementos de aproximación fundamentales: la estructura (atributos de los sitios en que se presta la atención), el proceso (incluye a todos los proveedores de la atención y sus habilidades para brindarla) y los resultados (los beneficios que obtiene el paciente).

En todo MC se deben de abordar algunos aspectos tales como la dimensión técnica, la seguridad, el servicio y el costo racional. Para este caso el propósito de este manual será el de abordar la dimensión técnica, la cual se considera como la

más importante, ya que consiste en la mejor aplicación del conocimiento a nivel de la idoneidad profesional y la tecnología a nivel de los procedimientos y equipos disponibles en favor del paciente. Refiriéndose a la calidad técnica, Avedis Donabedian reitera que consiste en la aplicación de la ciencia y la tecnología médica de un modo que rinda los máximos beneficios para la salud sin aumentar de forma proporcional los riesgos.

### **5.8.3.2 Objetivos del Manual de Calidad**

El Manual de Calidad tiene como objetivo definir los procedimientos, los mecanismos y formatos de su aplicación a efectos de disponer de un medio para valorizar las tecnologías de uso en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, además de establecer el catálogo de equipos mas representativos y sus características técnicas a efectos de tomarlos en cuenta en los procesos de planeación y adquisición de las tecnologías

### **5.8.3.3 Consideraciones del Manual**

Dentro del marco de análisis y valoración de las tecnologías, se vuelve importante tener un sistema que permita administrar un control de la información relacionada con todos los procesos de evaluación, el cual tiene que tener la capacidad para registrar al menos los aspectos relacionados con la metodología empleada para la evaluación, formularios de utilización, criterios de evaluación, catálogo de equipos, catálogos de costos, catálogos de los fabricantes, ofertas de los suministrantes, características técnicas entre otros.

El MC describe los siguientes elementos:

- a)** Criterios de valoración, los cuales mencionan los conceptos que se aplican en el proceso de análisis de las características técnicas, administrativas y generales de las tecnologías.

- b)** Metodología de la evaluación, la cual describe el proceso a seguir para evaluar las diferentes características técnicas de las diferentes marcas de los fabricantes, vendedores o suministrantes de equipos médicos.
- c)** Análisis de un caso el cual analiza dos marcas de equipos, utilizando los criterios de evaluación y los respectivos formularios.
- d)** Catálogo de equipos, el cual describe los equipos básicos y sus características, los cuales deberán tenerse en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

A continuación se desarrolla cada uno de estos elementos:

**a) Definición de Criterios de Valoración de las Tecnologías**

Tomando en cuenta toda la información antes mencionada, se procederá a describir los criterios principales que serán tomados en cuenta para realizar el Análisis de Tecnologías para los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación. Dichos criterios han sido agrupados de tal forma que abarquen los aspectos más importantes para una óptima evaluación de tecnologías. Usualmente a estos atributos de las tecnologías se les define como características técnicas y para este caso se han dividido en:

- i.** Administrativas
- ii.** Características generales
- iii.** Biomédicas

**i. Características Administrativas**

Son todas aquellas características que se enfocan a aspectos de apoyo y de suministro de elementos de sostén y los cuales están relacionados con los procesos de gestión y de carácter administrativo. Algunas de estas características son las siguientes:

- Capacitación
- Garantía

- Suministro de Manuales
- Suministro de mantenimiento
- Certificaciones del equipo
- País de origen
- Experiencia con dichas marcas.
- Capacidad técnica del representante local
- Capacidad del suministrante para proveer repuestos, accesorios y consumibles.

Algunos de los criterios generales se explican a continuación:

- **Representante o distribuidor en el país.**

Es importante conocer los fabricantes de las diferentes marcas de equipos que se utilizan en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, así como su país de procedencia. Esto permite verificar si existe algún representante de la marca a nivel nacional, y con ello garantizar la accesibilidad a dicha tecnología. Dicho conocimiento permite asegurar el soporte técnico calificado para la operación y mantenimiento del equipo y respaldar la garantía de fábrica del mismo.

En la tablas 5.3 se muestra la información acerca de los fabricantes, país de origen y distribuidores de los equipos más representativos para cada área que compone un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, estos son: Tina de Hubbard, Tanque de Remolino, TENS, electroestimulador, tanque de parafina, ultrasonido, Láser, equipo de radiación infrarroja, tanque de compresas, bicicletas estacionarias y Diatermias.

- **Capacitación:**

La capacitación brindada para la utilización de los equipos que se manejan en los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación es

importante, primordialmente para garantizar que el uso que se le de, sea el adecuado y minimizar con ello los accidentes que pudieran darse al momento de utilizarlos con los pacientes; además hay que tener en cuenta que se están desarrollando en la actualidad un sin número de tecnologías para estas unidades, y el funcionamiento de cada uno de los equipos puede variar entre marcas. Otro factor importante es el que se refiere a la sub-utilización, ya que al no conocer el verdadero funcionamiento de los dispositivos, se puede caer en este error, el cual tiende a minimizar la efectividad del servicio que se le presta al beneficiado. Por ello durante la capacitación de tecnologías, se deben de tratar puntos básicos como son: funcionamiento, aplicaciones clínicas, cuidados específicos del equipo y de sus accesorios (sin en dado caso contiene), seguridad en el uso, limpieza, mantenimiento, entre otros.

<b>Fabricante</b>	<b>País</b>	<b>Tecnologías</b>	<b>Áreas de aplicación</b>	<b>Distribuidor</b>	<b>Página Web</b>
Enraf nonius	Holanda	Tina de Hubbard, Tanque de Remolino, Tanque de Parafina, Tens, Electroestimulador, Ultrasonido, Láser, Equipo de Radiación Infrarroja, Tanque de compresas y Diatermias	Electroterapia, Hidroterapia, Termoterapia Magnetoterapia y Laserterapia.	RAFAEL CASTANEDA VEGA, SIEMENS.	<a href="http://www.enraf.es/np/">http://www.enraf.es/np/</a>
Carci	Brasil	Tina de Hubbard, Tanque de Remolino, Tanque de Parafina y Tens	Electroterapia, Hidroterapia y Termoterapia.	Grupo RAF	<a href="http://www.carci.com.br/">http://www.carci.com.br/</a>
Whitehall	Estados Unidos	Tina de Hubbard, Tanque de Remolino, Tanque de Parafina	Hidroterapia y Termoterapia	RAFAEL CASTANEDA VEGA	<a href="http://www.whitehallmfg.com">http://www.whitehallmfg.com</a>
Mettler Electronics corp.	Estados Unidos	Ultrasonido, Electroestimulador, Diatermia, Láser	Termoterapia, Electroterapia	CONCEPTOS BIOMECANICOS	<a href="http://www.mettlerelectronics.com/">http://www.mettlerelectronics.com/</a>
Chattanooga	Estados Unidos	Ultrasonido, Diatermia, Crioterapia, Magnetoterapia, Iontoforesis, y Láser	Electroterapia, Ultrasonido, Láser, Diatermia, Iontoforesis y Crioterapia	DADA DHEMING, RAFAEL CASTANEDA VEGA, MED HOUSE, ELECTROLAB MEDIC	<a href="http://www.chattgroup.com">http://www.chattgroup.com</a>
Rich -Mar	Estados Unidos	Ultrasonido y Electroestimulador	Ultrasonido, Electroterapia, Láser terapia	EMEDIN	<a href="http://www.richmarweb.com">http://www.richmarweb.com</a>
GBO	Alemania	Electroestimulador, Ultrasonido, Diatermia, Láser	Electroterapia, Termoterapia, Láser	SIEMENS	<a href="http://www.gbo-medizintechnik.de/en/index.php">http://www.gbo-medizintechnik.de/en/index.php</a>

**Tabla 5.3:** Principales distribuidores de tecnologías en el país para los ambientes de medicina física.

- **Garantía**

La garantía es un elemento esencial que certifica el buen estado del equipo desde su producción, por lo tanto, confirma que el dispositivo este en buenas condiciones desde fábrica, esto permite aumentar las expectativas de vida útil del equipo y con ello ampliar las posibilidades de recuperar la inversión por la adquisición. Actualmente, las empresas fabricantes y a través de los distribuidores nacionales, ofrecen garantías por periodos diferentes, esto depende en muchos casos del precio de la oferta y de los requerimientos que solicite la institución. La garantía debe cubrir la existencia de repuestos y accesorios durante un periodo de tiempo determinado, según las políticas institucionales de renovación de equipos. En la actualidad se exige que durante el periodo de la gestión de la garantía se ofrezcan los servicios de mantenimiento preventivo programado.

- **Tiempo de vida útil**

El tiempo de vida útil puede variar dependiendo de las marcas y de la aplicación clínica que se requiera. Conocer el tiempo de vida útil es importante para garantizar la existencia de repuestos y para análisis financieros sobre la recuperación de la inversión que se hizo en el equipo. También es importante considerar el ciclo de vida de las tecnologías, dado que el conocimiento de ello, permitirá adquirir un equipo ya pasó por todas las etapas de prueba y ya se saben sus resultados de su uso con pacientes.

- **Experiencia con las tecnologías**

Un factor importante a evaluar, es el que se refiere a la experiencia previa con las tecnologías, este criterio de valoración busca aumentar la confianza en los equipos que se desea adquirir, ya que es posible

conocer de forma anticipada su modo de funcionamiento por medio de la recolección de opiniones de otras instituciones que cuentan ya con esta tecnología y así poseer un historial no solo de funcionamiento, sino también de capacidades y debilidades. Un medio importante de referencia es el que se refiere a los artículos suministrados por instituciones reconocidas como ECRI (Emergency Care Research Institute), ASHE (American Society for Healthcare Engineering), las cuales brindan información acerca de malos diseños de tecnologías. A nivel local las unidades de adquisición deben de llevar un portafolio, donde se registre toda la información relacionada con la planificación, adquisición y gestión de los equipos, lo cual puede servir como un punto fuerte de referencia en el momento de decidir por una marca específica.

- **Soporte Técnico**

Este factor es importante, debido a que muchas tecnologías complejas de mediana y alta tecnología requieren de personal especializado en las mismas para dar mantenimiento tanto preventivo como correctivo, elemento importante que garantiza el cumplimiento de la vida útil dada por el fabricante, al contar con un cuidado acorde a las necesidades de la tecnología. En el soporte técnico se deben de evaluar las destrezas, habilidades y formación académica del personal técnico, como también la capacidad instalada de la empresa suministrante.

## **ii. Características Generales**

En este criterio de valoración se engloban las características técnicas básicas, tanto eléctricas, mecánicas, hidráulicas, neumáticas entre otras que deben cumplir las tecnologías más representativas de los ambientes de medicina física y rehabilitación, hay ciertas características que no

serán evaluadas en ciertos equipos debido a que carecen de esa cualidad. A continuación se muestran las características técnicas básicas Eléctricas y Mecánicas

- **Características Eléctricas**

Para la elaboración de estas características se deben de considerar las normas y especificaciones relacionadas con la seguridad eléctrica el paciente y usuario del equipo. En estas se hace referencia al voltaje de alimentación normal, alimentación de respaldo y emergencia, potencia, corriente de fuga, frecuencia de red, aislamiento entre otros. En la tabla 5.4 se describen las principales características eléctricas, a considerar.

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Alimentación Eléctrica	Se refiere al tipo, cantidad y variación del voltaje de la red y los respectivos sistemas de seguridad y respaldo.
Frecuencia	La frecuencia suministrada en la red de alimentación eléctrica, [ Hz ]
Fase	Fase en que trabaja el equipo para funcionar de forma adecuada, ya sea monofásico, bifásico o trifásico.
Corriente de fuga	Máximo valor de corriente de fuga que el equipo permite [mA]
Batería y tiempo de respaldo de batería	Tipo de batería y voltaje que proporciona, [ Voltios DC ] así como el tiempo máximo que ofrece la batería al equipo [m.]

**Tabla 5.4:** Características eléctricas para equipos en Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

- **Características Mecánicas**

En estas características se consideran algunos aspectos tales como las dimensiones y capacidad del equipo para trasladarse hacia otros servicios. Si fuera necesario tipo de color, calidad de materiales, sistemas de desplazamiento, tipo de frenos, entre otros. En la tabla 5.5 se presentan las principales características mecánicas:

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Dimensiones	La medida exacta del equipo o aproximada, dado en [Alto, Largo y Ancho (cm. o mts.)], si fuera necesario
Espacio para accesorios	Se especifican las dimensiones de los accesorios permitidos [Alto, Largo y Ancho (cm. o mts.)] y compartimientos necesarios en función del tipo de equipo
Soporte del equipo	Se especifica si el equipo cuenta con una mesa o tiene su propio carro móvil
Sistema de Transporte	Se refiere a si el equipo requiere un sistema especial para trasladarse, como ruedas por ejemplo, además según el caso se especifica sistema de frenado.
Tipo de Material	Se refiere al espesor, calidad y componentes de los materiales.
Suministros y drenajes de fluidos	Se especifica la necesidad del tipo de fluido, presiones, regulaciones y medidas de diámetros de tuberías.

**Tabla 5.5:** Características mecánicas de equipos de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación

### iii. Características Biomédicas

Estas describen los atributos para el funcionamiento y aplicación clínica del equipo de acuerdo a las necesidades que se desea cubrir o según las patologías a tratar. Estas características están relacionadas con el

funcionamiento específico del equipo, las cuales variaran en función de la aplicación clínica. En la tabla 5.6 se muestra un ejemplo de las características técnicas biomédicas que se podrían encontrar en los equipos utilizados en Medicina Física y Rehabilitación:

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Aplicación clínica	Se especifica para que tipo de terapia se utilizará, es decir si será tópica, neural etc.
Tiempos de aplicación	Se define el rango de tiempo que debe de controlar el dispositivo en función del tipo de tratamiento a realizar
Temperatura	Se mencionan los rangos de control y monitoreo en función de la aplicación
Formas de la señal de aplicación	Se mencionan si serán pulsadas, continuas, monofásicas, difásicas etc En algunos casos se definen rangos de anchos de banda
Indicadores	Se especifican si tendrán indicadores visuales, audibles o de otro tipo. Control de intensidad de pulso con: indicador numérico o luminoso de corriente de estimulación Control para mantener la intensidad deseada
Controles.	Se define si será automatizado, manual, si controlará intensidades, potencias, tiempos, frecuencias entre otros.
Longitud de onda	En el caso necesario y en función del tipo de equipo se especifica una longitud de onda en particular o se define un rango de acción

**Tabla 5.6:** Características técnicas Biomédicas generales para equipos de medicina física y rehabilitación

Una vez establecidos y definidos los criterios de valoración y adquisición de las tecnologías para los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación se pasa a ponderar estos criterios de acuerdo al grado de cumplimiento del atributo o características técnicas analizadas.

Para la ponderación de los criterios, se han considerado los atributos que debe de reunir cada equipo y otros factores importantes, los cuales se mencionan a continuación:

- Agrupación de las características técnicas en tres grupos fundamentales
- Definición de factores de peso por grupo fundamental en función de algunos aspectos tales las características que sean relevantes y prioritarias para desempeñar su función
- Aplicaciones clínicas para las cuales ha sido solicitado el equipo
- Capacidades de los suministrantes para cumplir requisitos administrativos, los cuales se han considerado como fundamentales para el funcionamiento del equipo.
- Se han tomado de referencia modelos de valoración aplicados en otros países.

Para cuantificar cada característica técnica o administrativa se ha definido un factor de peso el cual tienen una escala máxima la cual tiene un valor definido en función de la prioridad e importancia que tienen cada característica específica del equipo y que la hace prioritaria para desempeñar su función o que le ayuda sustancialmente para ello. Se ha considerado una sumatoria de pesos de 20 puntos que equivale al 100 % de los pesos asignados

Por lo antes mencionado, se ha considerado que las características Biomédicas, deben de poseer el mayor peso, debido a que el cumplimiento de estas características influye de forma directa en la calidad de terapia

brindada al paciente. Esta importancia es relativa y dependerá de la experiencia clínica y tecnológica del especialista encargado del tratamiento, ya que en función de ello una característica será prioritaria o no. En esta ocasión a nivel de criterio a seguir en este estudio, se asignará a los atributos de las características biomédicas un valor de 10, lo que equivaldrá a un valor del 50% de la escala total de ponderación.

Las Características Generales, siguen en el valor de importancia, ya que a pesar que en ciertos casos el cumplimiento o no de un criterio no es tan vital como el caso de las características biomédicas. A estas se les ha asignado un peso de de un valor de 6 que equivale a un total de 30% de la escala total de valoración. Esta será secundaria, en función del contexto y funcionalidad clínica.

Por ultimo se tiene las Características Administrativas, estas poseen el rango de puntuación mas bajo, ya que a nivel general el cumplimiento o no de cada uno de los criterios que esta posee, no incide de manera determinante en el buen o mal funcionamiento de la tecnología en el momento de adquirirla. A ellas se las ha brindado un peso de un valor de 4, equivale a un total de 20% de la escala total de valoración.

En la tabla 5.7 se resume los pesos asignados y el valor de la ponderación para cada una de las características a evaluar:

<b>Características</b>	<b>Peso máximo asignado</b>	<b>Ponderación porcentual</b>
Biomédicas	10	50%
Generales	6	30%
Administrativas	4	20%
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

**Tabla 5.7:** Ponderación por grupo de características

Cada grupo de características tiene un número determinado de atributos, si el equipo cumple con la totalidad de atributos para cada grupo de características, este obtiene el puntaje dado en la tabla 5.7. A cada uno de los atributos de las características técnicas se le ha asignado un valor el cual, en el momento de la evaluación de las tecnologías, tendrá que ser analizado por el grupo asignado para tal tarea. El valor que se asigne al atributo dependerá del nivel de cumplimiento en función de lo definido como ideal para una característica o atributo en particular, sin sobrepasar el máximo definido.

En la tabla 5.8 se muestra el formato modelo a utilizar en la evaluación de las características técnicas por medio del método de asignación de pesos y atributos, y en la cual se hace uso de la siguiente ecuación:

$$\mathbf{PTV = PDV * FP} \quad (\text{ec. 1})$$

En donde:

FP= Factor de peso

PDV=Puntuación dada a la marca por el evaluador

PTV=Puntuación dada al vendedor por una característica en específico

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
UNIDAD DE COMPRESAS FRIAS O CALIENTES						
CRITERIOS DE VALORACION			MARCA 1		MARCA 2	
I. Características Generales			VENDEDOR		VENDEDOR	
N°	a) Características Eléctricas	FACTOR DE PESO(FP)	PDV	Observaciones	PDV	Observaciones
			PTV		PTV	
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, ± 10%	6				
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6				
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6				
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6				
5	Con equipo regulador de voltaje externo	6				
<b>Total:</b>						
b) Características Mecánicas						
1	Con sistema de rodos para transporte	6				
2	Completamente de acero inoxidable	6				
3	Con manguera para alimentación de agua o sistema similar	6				
4	Con gabinete para compresas	6				
5	Con sistema de control del drenaje	6				
<b>Total:</b>						
II. Características Biomédicas						
1	Para calentar compresas en la aplicación tópica del calor	10				
2	Rango de temperatura de 70a 75 °C	10				
3	Capacidad del tanque de 130 a 150 litros	10				
4	Con sistema de seguridad por exceso de temperatura	10				
5	Con control de regulación de temperatura	10				
6	Pcon sistema de indicación de temperatura	10				
<b>Total:</b>						
III. Características Administrativas						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4				
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4				
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4				
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4				
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4				
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA)	4				
<b>Total:</b>						
<b>? Total:</b>						

**Tabla 5.8:** Tabla modelo para obtener la suma total de características

Es importante aclarar que el formato que se presenta para la valoración y adquisición de equipos puede ser modificado de acuerdo a las necesidades particulares del centro de salud.

Después de haber analizado y ponderado cada una de las características y criterios de evaluación, se procederá a evaluar si es conveniente la adquisición o no de la tecnología en base a la puntuación obtenida. Para ello se utilizará el sistema que se presenta en la tabla 5.9 que toma su base, en los Niveles de Productividad de equipos médicos del texto: Maintenance Management for Health Cares Facilities. American Society for Hospital Engineering of American Hospital Association. 1988.

<b>Porcentaje Total Obtenido</b>	<b>Categoría de Calidad asignada</b>	<b>Significado</b>
De 90 a 100 %	Excelente	Es recomendable adquirir la Tecnología, cumple en su totalidad las características
De 75 a 90 %	Aceptable	Es recomendable adquirir la Tecnología, cumple en su mayoría con las características, pero necesitará un adecuado proceso de gestión.
De 60 a 75 %	Cuestionable	Es recomendable una mayor investigación sobre este.
De 50 a 60 %	Inaceptable	No es recomendable adquirir la Tecnología, no cumple con las características

**Tabla 5.9:** Puntuación de calidad.

Considerando los resultados de la valoración de las tecnologías y su comparación con la tipificación dada en la tabla 5.9, el comité de compras podrá tomar una decisión y elaborar el respectivo informe de finalización de todo el proceso de valoración de tecnologías.

Es importante mencionar que muy posiblemente un equipo se ubique en la categoría de excelente o aceptable, pero si existiera alguna característica de peso que no la ha cumplido y la cual sea fundamental para el funcionamiento de dicha tecnología, el comité de compras podrá dar su propia conclusión. Lo importante del uso de estos formatos y criterios de valoración es que ellos permiten dar una opinión técnica con mayor solvencia y fundamentación.

#### **b) Metodología de análisis.**

Para el análisis de las tecnologías por adquirir se recomienda la siguiente metodología.

- i.** Formar un grupo de trabajo de expertos a efectos de analizar las diferentes ofertas técnicas.
- ii.** Preparar el portafolio de análisis de tecnologías y disponer de él para el proceso de valoración.
- iii.** Verificar que se disponga de los recursos logísticos e informáticos necesarios. Es recomendable disponer de un software para tal fin.
- iv.** Establecer lugar, día y hora para realizar los análisis y valoraciones de las tecnologías.
- v.** Cada miembro del comité evaluador debe analizar cada uno de los términos de referencia y cada una de las características técnicas mencionadas en el catálogo de los vendedores o suministrantes.
- vi.** Tomando de base las características ideales definidas en los términos de referencia y el análisis de la información de los suministrantes, debe de

proceder a evaluar cada uno de los atributos, siguiendo para ello el formato mostrado en la figura 5.8

- vii.** Si en dado caso el evaluador tiene dudas sobre algunas de las características técnicas ofertadas, puede solicitar aclaración de los suministrantes escrita.
- viii.** Los evaluadores deben de verificar, en el portafolio de seguimiento de tecnologías las experiencias de otras instituciones, con tecnologías iguales o similares.
- ix.** En función del análisis el evaluador debe de conversar con los demás miembros del comité y elaborar un informe en conjunto.
- x.** Al final del proceso se debe de levantar un acta donde queden plasmado las actividades y acuerdos principales de la actividad desarrollada. Estudio de caso.

### **c) Análisis de Caso por asignación de Pesos.**

El análisis de caso por asignación de pesos consistirá en la evaluación de dos marcas distribuidas a nivel nacional, estas marcas han sido seleccionadas por su prestigio dentro de los ambientes de medicina física y rehabilitación. Al momento de la evaluación se colocará el nombre de la marca del equipo evaluado junto con el modelo de este.

Al momento de la evaluación se tomarán en cuenta ciertas consideraciones:

- i.** Dentro de la tabla de características administrativas serán tomadas en cuenta los accesorios y consumibles necesarios para la operación de los equipos.
- ii.** Dentro del formato de la tabla de evaluación de pesos, hay un apartado de observaciones, dentro de este, se podrá sugerir la mayor investigación de ciertas características que requieren información adicional por parte del distribuidor, la cual no se encuentre contenida

dentro de sus catálogos, pero para efecto de brindar una ponderación se les evaluará con factor de peso de 0 puntos.

- iii.** En el formato se habla acerca de artículos de carácter opcional, los cuales se agregan debido a que en situaciones reales ciertos accesorios son realmente necesarios para una buena operación y por tanto estos se calificarán dentro de la evaluación con el factor de peso (FP) de mayor ponderación dentro de la categoría que pertenezcan
- iv.** En la evaluación de las características administrativas, aquellas que se relacionan con parámetros que deben de ser suministrados por el distribuidor, se tomará en cuenta que todos estos realmente serán brindados, por lo cual a todas estas características se les dará la máxima ponderación, que en este caso será un Factor de Peso (FP) de 4.
- v.** Al final de cada análisis se concluirá sobre quien de las dos marcas evaluadas posee mayor grado de porcentaje ganado, pero si en dado caso ambas marcas obtienen el mismo puntaje, se tomará como parámetro determinante aquel que cubra la mayor cantidad de características técnicas Biomédicas, por ser las más importantes dentro de la evaluación.

A continuación se muestra el desarrollo del análisis de caso para los equipos utilizados en los ambientes de medicina física y rehabilitación. Entre los que se analizarán se encuentran: Baño de parafina, Diatermia, Tanque de remolino, TENS, Ultrasonido, Tanque de compresas, Electroestimulador, Baño de Hubbard, Bicicleta estacionaria y Láser.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
BAÑO DE PARAFINA						
CRITERIOS DE VALORACION		FACTOR DE PESO(FP)	MARCA 1		MARCA 2	
N°	I. Características Genereales		Enraf Nonius		Whitehall	
	a) Características Eléctricas		76562		Pt-6-es	
		PDV PTV	Observaciones	PDV PTV	Observaciones	
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, ± 10%	6	0 0		0 0	Investigar
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6	6 36		0 0	Investigar
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	6 36		0 0	Investigar
5	Con equipo regulador de voltaje externo	6	6 36	Opcional	6 36	Opcional
<b>Total:</b>			<b>108</b>		<b>36</b>	
<b>b) Características Mecánicas y Neumáticas</b>						
1	Con base y tanque	6	6 36		6 36	
2	Equipo portatil	6	6 36		0 0	
3	Capacidad entre 5-20 libras	6	0 0	Investigar	6 36	
<b>Total:</b>			<b>72</b>		<b>72</b>	
<b>II. Características Biomédicas</b>						
2	Con sistema para calentar la parafina	10	10 100		10 100	
3	Con contro automatico de temperatura	10	10 100		10 100	
4	Con indicadores de operación y de temperatura	10	10 100		10 100	
5	Con ajuste de la temperatura de tratamiento	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
6	Mantenimiento temperatura entre 50-60°C	10	10 100		0 0	
<b>Total:</b>			<b>400</b>		<b>300</b>	
<b>III. Carcaterísticas Administrativas</b>						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4 16		4 16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4 16		4 16	
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4 16		4 16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4 16		4 16	
5	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)	4	4 16		4 16	
<b>Total:</b>			<b>80</b>		<b>80</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>660</b>		<b>488</b>	

- **Baño de Parafina**

Para el baño de parafina se realizó la evaluación con las marcas Enraf nonius y Whitehall, distribuidas por Siemens y Castaneda Vega respectivamente. Enraf nonius obtuvo una puntuación de 660 puntos de un máximo de 868, estos son equivalentes al 76% del 100%. La marca Whitehall obtuvo una puntuación de 488 lo que equivalente al 56% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 76% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Enraf nonius modelo 76562, cae sobre la categoría de Aceptable, es decir es recomendable adquirirlo debido a que cumple en su mayoría con las características evaluadas, pero necesitará un adecuado proceso de gestión.

A pesar que el baño de parafina marca Whitehall posee una puntuación bastante cercana a la obtenida por Enraf nonius en cuanto a características biomédicas (que son las que poseen la mayor ponderación dentro de la tabla), se puede observar que el equipo no logra ubicarse dentro de un rango de aceptabilidad debido a que no cumple en su mayoría con las características eléctricas.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION							
DIATERMIA							
CRITERIOS DE VALORACION		FACTOR DE PESO(FP)	MARCA 1		MARCA 2		
			Mettler Electronics		Enraf nonius		
N°	I. Características Genereales	a) Características Eléctricas	395		Curapuls 970		
			PDV PTV	Observaciones	PDV PTV	Observaciones	
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, ± 10%	6	6 36		6 36		
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6	6 36		6 36		
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar	
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar	
<b>Total:</b>			<b>72</b>		<b>72</b>		
		b) Características Mecánicas					
1	Con pintura lavable	6	6 36		0 0	Investigar	
3	Que el sistema de movilización tenga sistema de frenos	6	6 36		6 36	Investigar	
4	Con sistemas de brazos de facil articulación	6	6 36		6 36	Investigar	
<b>Total:</b>			<b>108</b>		<b>72</b>		
		II. Características Biomédicas					
1	Con modo continuo y pulsatil	10	10 100		10 100		
2	Sistema de repetición de los impulsos, con al menos 8 pasos	10	0 0	Investigar	10 100		
3	Con indicador de intensidad de salida	10	10 100		10 100		
4	Con sistema de regulación de la intensidad	10	10 100		10 100		
5	Con potencia de salida entre 350 y 1000 watts	10	10 100		10 100		
6	Con temporizador de desconexión automática al finalizar el tratamiento	10	10 100		10 100		
7	Con sistemas seguridad y alarmas audibles y visuales	10	10 100		10 100		
8	Con sistema de seguridad por cambio accidental del modo	10	10 100		10 100		
9	Frecuencia de 27 MHz +/- 0.6%	10	10 100		10 100		
<b>Total:</b>			<b>800</b>		<b>900</b>		
		III. Características Administrativas					
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4 16		4 16		
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4 16		4 16		
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4 16		4 16		
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4 16		4 16		
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4 16		4 16		
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)	4	4 16		4 16		
7	Suministro de un par de electrodos y cables	4	4 16		4 16		
8	Suminsitro de una lámpara de repuesto	4	4 16		4 16		
<b>Total:</b>			<b>128</b>		<b>128</b>		
<b>Σ Total:</b>			<b>1108</b>		<b>1172</b>		

- **Diatermia**

Para la Diatermia se realizó la evaluación con las marcas Mettler Electronics y Enraf nonius, distribuidas por Conceptos Biomecánicos y Siemens respectivamente. Mettler Electronics obtuvo una puntuación de 1108 puntos de un máximo de 1280, estos son equivalentes al 86.5% del 100%. La marca Enraf nonius obtuvo una puntuación de 1172 lo que equivalente al 91.5% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre la puntuación de calidad, el 91.5% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Enraf nonius modelo curapuls 970, cae sobre la categoría de Excelente, es decir es recomendable adquirirlo debido a que cumple con todas las características evaluadas.

<b>FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION</b>						
<b>TANQUE DE REMOLINO MIEMBROS SUPERIORES E INFERIORES</b>						
<b>CRITERIOS DE VALORACION</b>		<b>FACTOR DE PESO(FP)</b>	<b>MARCA 1</b>		<b>MARCA 2</b>	
<b>I. Características Generales</b>			<b>Whitehall</b>		<b>Enraf nonius</b>	
<b>Nº</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>		<b>E-45M</b>		<b>M-22</b>	
		<b>PDV PTV</b>	<b>Observaciones</b>	<b>PDV PTV</b>	<b>Observaciones</b>	
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, ± 10%	6	6		0	
			36		0	
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6	6		0	
			36		0	
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0	Investigar	0	Investigar
			0		0	
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	0	Investigar	0	Investigar
			0		0	
5	Con motor de potencia mínima de 1/3 hp	6	4		4	
			24		24	
<b>Total:</b>			<b>96</b>		<b>24</b>	
<b>b) Características Mecánicas</b>						
1	Con capacidad de al menos 100 galones	6	3		2	
			18		12	
2	Movimiento del agua en remolino	6	6		6	
			36		36	
3	De acero inoxidable con forma ovalada tipo tina	6	6		6	
			36		36	
4	Con bordes redondeados	6	6		6	
			36		36	
5	Con entrada agua fría y caliente y sistemas de drenaje	6	6		6	
			36		36	
<b>Total:</b>			<b>162</b>		<b>156</b>	
<b>II. Características Biomédicas</b>						
1	Para usarse en hidroterapia de brazos, cadera piernas y espalda	10	10		10	
			100		100	
2	Con ajuste de presión de agua	10	0		10	
			0		100	
3	Con diseño que evite el crecimiento bacterial	10	0		10	
			0		100	
<b>Total</b>			<b>100</b>		<b>300</b>	
<b>III. Características Administrativas</b>						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4		4	
			16		16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4		4	
			16		16	
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4		4	
			16		16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4		4	
			16		16	
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4		4	
			16		16	
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA)	4	4		4	
			16		16	
<b>Total:</b>			<b>96</b>		<b>96</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>454</b>		<b>576</b>	

- **Tanque de Remolino de miembros superiores e inferiores**

Para el Tanque de Remolino se realizó la evaluación con las marcas Enraf nonius y Whitehall, distribuidas por Siemens y Castaneda Vega respectivamente. Enraf nonius obtuvo una puntuación de 576 puntos de un máximo de 756, estos son equivalentes al 76% del 100%. La marca Whitehall obtuvo una puntuación de 454 lo que equivalente al 60% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 76% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Enraf nonius modelo M22, cae sobre la categoría de Aceptable, es decir es recomendable adquirirlo debido a que cumple en su mayoría con las características evaluadas, pero necesitará un adecuado proceso de gestión.

El tanque de remolino marca Enraf nonius obtuvo ventaja en comparación con el de marca whitehall debido a que este posee mayor puntaje de las características biomédicas evaluadas, por ello a pesar de que no cumple con varias características eléctricas se recomienda su adquisición debido a que estas características pueden ser más fácilmente modificadas y mejoradas por el distribuidor.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
ESTIMULADOR TENS						
CRITERIOS DE VALORACION		FACTOR DE PESO(FP)	MARCA 1		MARCA 2	
I. Características Generales			Chattanooga		Rehab Medic	
N°	a) Características Eléctricas		Intelect		PDV PTV	Observaciones
		PDV PTV	Observaciones	PDV PTV		
1	Funcionamiento con baterías recargables	6	6		6	
			36		36	
<b>Total:</b>			<b>36</b>		<b>36</b>	
<b>b) Características Mecánicas</b>						
1	Dimensiones	6	4		6	
			24		36	
2	Peso	6	6		5	
			36		30	
<b>Total:</b>			<b>60</b>		<b>66</b>	
<b>II. Características Biomédicas</b>						
1	Estimulador transcutaneo de función neuromuscular	10	10		10	
			100		100	
2	De dos canales con regulacion de intensidad independiente.	10	10		10	
			100		100	
3	Corriente de salida por canal de 0-100mA	10	10		10	
			100		100	
4	Con al menos modalidades de pulso constante, Burst y modulada	10	10		10	
			100		100	
5	Con sistema de ajuste de tiempo de terapia	10	10		10	
			100		100	
6	Frecuencia de pulso 1-300Hz	10	10		10	
			100		100	
7	Duracion de pulso de 20-400µs.	10	10		10	
			100		100	
<b>Total</b>			<b>700</b>		<b>700</b>	
<b>III. Características Administrativas</b>						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4		4	
			16		16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4		4	
			16		16	
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4		4	
			16		16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4		4	
			16		16	
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4		4	
			16		16	
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA)	4	4		4	
			16		16	
7	Suministrar cargador de baterías y cinco juegos de baterías recargables	4	4		4	
			16		16	
8	Suministrar un juego de cables por canal	4	4		4	
			16		16	
9	Suministro de tres pares de electrodos y un galon de gel	4	4		4	
			16		16	
<b>Total:</b>			<b>144</b>		<b>144</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>940</b>		<b>946</b>	

- **TENS**

Para el TENS se realizó la evaluación con las marcas Chattanooga y Rehab Medic, distribuidas por Dada Dheming y Castaneda Vega respectivamente. Chattanooga obtuvo una puntuación de 940 puntos de un máximo de 952, estos son equivalentes al 98.7% del 100%. La marca Rehab Medic obtuvo una puntuación de 946 lo que equivalente al 99.3% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 99.3% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Rehab Medic, cae sobre la categoría de Excelente, es decir es recomendable adquirirlo debido a que cumple con la totalidad de las características evaluadas.

Al observar el puntaje se puede ver que ambas marcas realmente pueden ser adquiridas sin ningún problema, debido a que poseen rangos excelentes de puntuación, sin embargo la marca Rehas Medic aventajo a Chattanooga solo por 6 puntos que fueron adquiridos por su ventaja en peso y tamaño.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
EQUIPO DE ULTRASONIDO TERAPEUTICO						
CRITERIOS DE VALORACION		FACTOR DE PESO(FP)	MARCA 1		MARCA 2	
			Rich-mar		Enraf nonius	
I. Características Generales		Therasound 3.4		Sonopuls 590		
N°	a) Características Eléctricas	PDV PTV	Observaciones	PDV PTV	Observaciones	
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, ± 10%	6	6 36	6 36		
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6	6 36	6 36		
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0 Investigar 0	0 Investigar 0	Investigar	
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	0 Investigar 0	0 Investigar 0	Investigar	
5	Regulador de voltaje	6	6 Opcional 36	6 Opcional 36	Opcional	
<b>Total:</b>			<b>108</b>	<b>108</b>		
b) Características Mecánicas						
1	Con soporte para cabezales	6	6 36	6 36		
2	Con mesa rodable	6	6 Opcional 36	6 Opcional 36	Opcional	
<b>Total:</b>			<b>72</b>	<b>72</b>		
II. Características Biomédicas						
1	Para terapia por ondas ultrasónicas	10	10 100	10 100		
2	Con emision pulsatil y continua	10	10 100	10 100		
3	Con potencia mayor a 20watts	10	0 0	10 100		
4	Con capacidad para seleccionar el tiempo de tratamiento al trabajar con transductor de 1MHz y 3MHz	10	10 100	10 100		
5	Con sistema de seguridad	10	0 Investigar 0	10 Investigar 100		
6	Con sistema de control de dosis	10	0 Investigar 0	0 Investigar 0	Investigar	
7	Con capacidad para programar y almacenar protocolos de tratamiento	10	0 Investigar 0	0 Investigar 0	Investigar	
8	Con indicadores de intensidad aplicada	10	10 100	10 100		
9	Con indicador por falta de contacto del transductor	10	10 100	10 100		
10	Con temporizador ajustable de 0 a 30 minutos	10	10 100	10 100		
<b>Total :</b>			<b>600</b>	<b>800</b>		
III. Características Administrativas						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4 16	4 16		
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4 16	4 16		
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4 16	4 16		
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4 16	4 16		
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4 16	4 16		
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)	4	4 16	4 16		
7	Suministrar transductor de 1 y 3 MHz.	4	4 16	4 16		
8	Suministro de gel para 1000 tratamientos	4	4 16	4 16		
9	Suministro de mesa resistente con rodos	4	4 16	4 16		
<b>Total:</b>			<b>144</b>	<b>144</b>		
<b>Σ Total:</b>						

- **Ultrasonido**

Para el Ultrasonido terapéutico se realizó la evaluación con las marcas Enraf nonius y Rich-mar, distribuidas por Siemens y Emedin respectivamente. Enraf nonius obtuvo una puntuación de 1124 puntos de un máximo de 1360, estos son equivalentes al 82.6% del 100%. La marca Rich-mar obtuvo una puntuación de 924 lo que equivalente al 67.9% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 82.6% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Enraf nonius modelo Sonopuls 590, cae sobre la categoría de Aceptable, es decir es recomendable adquirirlo debido a que cumple en su mayoría con las características evaluadas, pero necesitará un adecuado proceso de gestión.

En este caso se ve con claridad la ventaja entre la marca Enraf nonius y Rich-mar en cuanto a características Biomédicas, lo que enfatiza aun mas la adquisición de dicho marca y modelo.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
UNIDAD DE COMPRESAS FRIAS O CALIENTES						
CRITERIOS DE VALORACION		FACTOR DE PESO(FP)	MARCA 1		MARCA 2	
I. Características Generales			Chatanooga		Whirehall	
N°	a) Características Eléctricas		E-1		T8-9	
		PDV PTV	Observaciones	PDV PTV	Observaciones	
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, ± 10%	6	6 36		6 36	
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6	6 36		6 36	
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar
5	Con equipo regulador de voltaje externo	6	6 36	Opcional	6 36	Opcional
<b>Total:</b>			<b>108</b>		<b>108</b>	
<b>b) Características Mecánicas</b>						
1	Con sistema de rodos para transporte	6	6 36		6 36	
2	Completamente de acero inoxidable	6	6 36		6 36	
3	Con manguera para alimentación de agua o sistema similar	6	0 0		0 0	
4	Con gabinete para compresas	6	6 36	Opcional	6 36	Opcional
5	Con aislamiento termico	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar
<b>Total:</b>			<b>108</b>		<b>108</b>	
<b>II. Características Biomédicas</b>						
1	Para calentar compresas en la aplicación tópica del calor	10	10 100		10 100	
2	Rango de temperatura de 70 a 75 °C	10	10 100		0 0	
3	Con sistema de seguridad por exceso de temperatura	10	10 100		10 100	
4	Con control de regulación de temperatura	10	10 100		10 100	
5	Con sistema de indicación de temperatura	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
<b>Total:</b>			<b>400</b>		<b>300</b>	
<b>III. Características Administrativas</b>						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4 16		4 16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4 16		4 16	
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4 16		4 16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4 16		4 16	
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4 16		4 16	
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI	4	4 16		4 16	
<b>Total:</b>			<b>96</b>		<b>96</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>712</b>		<b>612</b>	

- **Tanque de compresas**

Para el tanque de compresas se realizó la evaluación con las marcas Chattanooga y Whitehall, distribuidas por Dada Dheming y Castaneda Vega respectivamente. Chattanooga obtuvo una puntuación de 712 puntos de un máximo de 956, estos son equivalentes al 74.4% del 100%. La marca Whitehall obtuvo una puntuación de 612, lo que equivale al 64% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 74.4% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Chattanooga modelo E-1, cae sobre la categoría de Cuestionable, es decir es recomendable una mayor investigación sobre este si se desea adquirir, pero hay que mencionar que se podría caer en una serie de gastos debido a su adquisición.

A pesar de que el equipo marca Chattanooga cumple con casi todas las características Biomédicas, no es suficiente para decidir adquirirlo, en este caso, sería más conveniente de analizar otro grupo de marcas, ya que ninguna de las dos, logra cumplir con un rango realmente aceptable para pensar en su compra y puesta en marcha.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
ELECTROESTIMULADOR PARA FISIOTERAPIA						
CRITERIOS DE VALORACION		FACTOR DE PESO(FP)	MARCA 1		MARCA 2	
N°	I. Características Generales		GBO		Enraf Nonius	
	a) Características Eléctricas		Neuroton 927		Endomed 582	
		PDV PTV	Observaciones	PDV PTV	Observaciones	
1	Voltaje de trabajo de 110-120 VAC, ± 10%-15%	6	4 24		6 36	
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6	6 36		6 36	
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	0 0	Investigar	0 0	Investigar
5	Con equipo regulador de voltaje externo	6	6 36	opcional	6 36	opcional
<b>Total:</b>			<b>96</b>		<b>108</b>	
b) Características Mecánicas						
1	Con carro rodable, para su desplazamiento	6	6 36		6 36	opcional
2	Con sistema de frenos en al menos dos de sus ruedas	6	6 36	opcional	6 36	opcional
<b>Total:</b>			<b>72</b>		<b>72</b>	
II. Características Biomédicas						
1	Utiliza corrientes de alto voltaje, para terapia de puntos dolorosos y estimular la función neuromuscular	10	10 100		10 100	
2	Con funcionamiento a alto voltaje y baja frecuencia y corriente directa	10	10 100		10 100	
3	Con exhibidor que muestra los parámetros y de contraste variable	10	8 80		8 80	
4	De doble canal para la estimulación	10	0 0		10 100	
5	Con sistema de almacenamiento, de al menos cinco tratamientos	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
6	Con forma de onda simétrica cuadrada con dos fases y duración del pulso de 50 microsegundos y una variación de ±10%	10	10 100		8 80	
7	Con ajustes de fase de al menos 50, 100, 150 y 200 µs y una variación de ±10%	10	10 100		0 0	Investigar
8	Con Cambio de polaridad, pulso monofásico invertido.	10	10 100		10 100	
9	Con frecuencia de tratamiento de al menos de 2 a 200 hz	10	10 100		10 100	
10	Con modos de tratamiento continuo, alterno y rango de alternancia de 2 a 99 seg	10	10 100		10 100	
11	Con tiempo de estímulo de 1 a 99 seg y tiempo de reposo de 1 a 180seg	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
<b>Total:</b>			<b>780</b>		<b>760</b>	
III. Características Administrativas						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4 16		4 16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4 16		4 16	
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4 16		4 16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4 16		4 16	
5	Con suministro de dos juegos de cables de paciente y dos juegos de electrodos	4	4 16		4 16	
6	Suministro de esponjas reusables para seis meses	4	4 16		4 16	
7	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4 16		4 16	
8	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)	4	4 16		4 16	
<b>Total:</b>			<b>128</b>		<b>128</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>1076</b>		<b>1900</b>	

- **Electroestimulador**

Para el baño de parafina se realizó la evaluación con las marcas Enraf nonius y GBO, distribuidas por Castaneda Vega y Siemens respectivamente. Enraf nonius obtuvo una puntuación de 1068 puntos de un máximo de 1480, estos son equivalentes al 72.1% del 100%. La marca GBO obtuvo una puntuación de 1076, lo que equivalente al 72.7% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 72.7% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca GBO modelo neuroton 927, cae sobre la categoría de Cuestionable, es decir que requiere una mayor investigación para su adquisición, y debido a que los dos no cumplen dentro de un rango de aceptabilidad, sería conveniente realizar el análisis con otras dos marcas.

<b>FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION</b>						
<b>BAÑO DE CUERPO ENTERO TIPO HUBBARD</b>						
<b>CRITERIOS DE VALORACION</b>			<b>MARCA 1</b>		<b>MARCA 2</b>	
<b>I. Características Generales</b>			<b>Circle</b>		<b>Whitehall</b>	
			<b>T-MOT</b>		<b>F-425-S</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>	<b>FACTOR DE PESO(FP)</b>	<b>PDV</b>	<b>Observaciones</b>	<b>PDV</b>	<b>Observaciones</b>
			<b>PTV</b>		<b>PTV</b>	
1	Voltaje de trabajo de 110 - 120 VAC, ± 10%	6	4		6	
			24		36	
2	Frecuencia de 50- 60 Hz, monofásico	6	6		6	
			36		36	
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0		0	
			0		0	
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	0		0	
			0		0	
<b>Total:</b>			<b>60</b>		<b>72</b>	
<b>b) Características Mecánicas e hidráulicas</b>						
1	Con sistema para el suministro de agua.	6	6		6	
			36		36	
2	Con sistema de drenaje	6	6		6	
			36		36	
3	Con Grúa transportadora tipo camilla	6	6		6	
			36		36	
4	Con colchón y almohada removible	6	6		6	
			36	opcional	36	opcional
<b>Total:</b>			<b>144</b>		<b>144</b>	
<b>III. Características Biomédicas</b>						
1	Para utilizarse en hidroterapia corporal	10	10		10	
			100		100	
2	Con tina fija de acero inoxidable	10	0		10	
			0		100	
3	Con turbina	10	0		10	
			0		100	
4	Válvula mezcladora termostática	10	10		10	
			100		100	
5	Con termometro	10	10		10	
			100		100	
<b>Total:</b>			<b>300</b>		<b>500</b>	
<b>III. Características Administrativas</b>						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4		4	
			16		16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4		4	
			16		16	
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4		4	
			16		16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4		4	
			16		16	
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4		4	
			16		16	
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)	4	4		4	
			16		16	
<b>Total:</b>			<b>96</b>		<b>96</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>600</b>		<b>812</b>	

- **Tina de Hubbard**

Para la Tina de Hubbard se realizó la evaluación con las marcas Circle y Whitehall, distribuidas por Med House y Castaneda Vega respectivamente. Circle obtuvo una puntuación de 600 puntos de un máximo de 884, estos son equivalentes al 67.8% del 100%. La marca Whitehall obtuvo una puntuación de 812 lo que equivalente al 91.8% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 91.8% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Whitehall modelo F-425-S , cae sobre la categoría de Excelente, es decir es recomendable adquirirlo debido a que cumple con todas las características evaluadas.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
BICICLETA ESTACIONARIA						
CRITERIOS DE VALORACION		FACTOR DE PESO(FP)	MARCA 1		MARCA 2	
N°	I. Características Generales		Schwinn		Cardio-cycle	
	a) Características Eléctricas		PDV PTV	Observaciones	PDV PTV	Observaciones
1	No aplica.	6				
<b>b) Características Mecánicas</b>						
1	Completamente mecánica y con sistema de autosuporte y de construcción robusta	6	6 36		6 36	
2	Con capacidad para soportar de 250 -350 lbs	6	6 36		6 36	
3	Que resistencia de los pedales sea ajustable	6	6 36		6 36	
4	Con asiento y manubrio ajustable	6	6 36		6 36	
<b>Total:</b>			<b>144</b>		<b>144</b>	
<b>II. Características Biomédicas</b>						
1	Con velocidad ajustable de 0a 30 km por hora	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
2	Conteo de kilometraje entre 0 a 100 km	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
3	Con temporizador de 0 a 60 minutos	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
4	Velocidad de 50 rpm	10	0 0	Investigar	0 0	Investigar
5	Con indicadores de velocidad y revoluciones	10	10 100		10 100	
6	Ergonómica	10	10 100		10 100	
<b>Total:</b>			<b>200</b>		<b>200</b>	
<b>III. Características Administrativas</b>						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4 16		4 16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4 16		4 16	
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4 16		4 16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4 16		4 16	
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4 16		4 16	
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)	4	4 16		4 16	
7	Ergonométrica	4	4 16		4 16	
<b>Total:</b>			<b>112</b>		<b>112</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>456</b>		<b>456</b>	

- **Bicicleta estacionaria**

Para la Bicicleta estacionaria se realizó la evaluación con las marcas Schwinn y Cardio-cycle, distribuidas por Conceptos Biomecánicos y Castaneda Vega respectivamente. En este caso en especial Schwinn y Cardio-cycle obtuvieron una puntuación de 456 puntos de un máximo de 856, esto es equivalentes al 53% del 100%. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 53% que es el porcentaje obtenido por ambas marcas, cae sobre la categoría de Inaceptable, es decir no recomendable adquirirlo debido a que no cumple en su mayoría con las características evaluadas, por lo que su adquisición solamente causara gastos, se recomienda por lo tanto no adquirir ninguna de las dos, y proceder a la evaluación de otras dos marcas.

FORMATO PARA LA ADQUISICION DE EQUIPOS DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION						
EQUIPO DE LASER TERAPEUTICO						
CRITERIOS DE VALORACION			MARCA 1		MARCA 2	
I. Características Generales			Mettler Electronic		GBO	
			Stim 540		Body laser	
N°	a) Características Eléctricas	FACTOR DE PESO (FP)	PDV	Observaciones	PDV	Observaciones
			PTV		PTV	
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, ± 10%	6	6		6	
			36		36	
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico	6	6		6	
			36		36	
3	Máxima corriente de fuga de 500 µA	6	0		0	
			0	Investigar	0	Investigar
4	Con tomacorriente grado hospitalario	6	0		0	
			0	Investigar	0	Investigar
<b>Total:</b>			<b>72</b>		<b>72</b>	
b) Características Mecánicas						
1	Sistema de soporte integrado al equipo	6	6		6	
			36	opcional	36	opcional
2	Con estuches rígidos para proteger lentes	6	6		6	
			36	opcional	36	opcional
3	Con mesa para transportar el equipo	6	6		6	
			36	opcional	36	opcional
<b>Total:</b>			<b>108</b>		<b>108</b>	
II. Características Biomédicas						
1	Para tratamiento de las afecciones del sistema osteomuscular con acción antedematosa y analgésica	10	10		10	
			100		100	
2	Con exhibido de información y parametros de dosis	10	5		5	
			50		50	
3	Con sistema para cálculo automatico de la dosis de tratamiento	10	0		0	
			0	Investigar	0	Investigar
4	Sistema de proteccion visual	10	10		10	
			100		100	
5	Con ajuste de tiempo de tratamiento	10	10		10	
			100		100	
6	Con pulsos largos de 1 a 1000 hz y pulsos cortos de 1001 a 9999 HZ	10	0		0	
			0	Investigar	0	Investigar
7	Potencia max de salida para transductor 50mW	10	0		0	
			0		0	Investigar
8	Laser de onda pulsada y continua	10	10		0	
			100		0	Investigar
9	Con sistema sensor de emisión de energía laser	10	10		0	
			100		0	Investigar
10	Con señales audibles y visuales de emisión de energía	10	8		0	
			80		0	Investigar
11	Con longitud de onda de 780 nm	10	10		10	
			100		100	
<b>Total:</b>			<b>730</b>		<b>450</b>	
III. Características Administrativas						
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio	4	4		4	
			16		16	
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente	4	4		4	
			16		16	
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía	4	4		4	
			16		16	
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento	4	4		4	
			16		16	
5	Instalaciones y soporte técnico confiable	4	4		4	
			16		16	
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)	4	4		4	
			16		16	
<b>Total:</b>			<b>96</b>		<b>96</b>	
<b>Σ Total:</b>			<b>1006</b>		<b>726</b>	

- **Láser Terapéutico**

Para el Láser terapéutico se realizó la evaluación con las marcas Mettler Electronics y GBO, distribuidas por Conceptos Biomecánicos y Siemens respectivamente. Mettler electronics obtuvo una puntuación de 1006 puntos de un máximo de 1448, esto es equivalente al 69.4% del 100%. La marca GBO obtuvo una puntuación de 726 lo que es equivalente al 50% del porcentaje total. Basándose en la tabla 5.9 sobre puntuación de calidad, el 69.4% que es el mayor porcentaje obtenido por la marca Mettler Electronics modelo Stim 540, cae sobre la categoría de Cuestionable, es decir es necesaria una mayor investigación para su adquisición debido a que solo cumple con un porcentaje de las características evaluadas, y a parte de necesitar un adecuado proceso de gestión, es necesario para su puesta en marcha gastos adicionales.

**d) Catalogo de Básico de tecnologías y Mobiliario para Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.**

El catalogo básico de tecnologías y mobiliario debe su importancia al hecho de que con este es posible que una institución de salud tenga una idea no solo de las tecnologías que desea adquirir, sino también del mobiliario necesario a utilizar en un Ambiente de Medicina Física y rehabilitación.

A continuación se brindará una lista que contiene tanto el equipamiento médico así como también el mobiliario básico de cada una de las áreas que conforma el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación

Para brindar la cantidad de equipos por área se tomo como base el mobiliario básico así como la tecnología básica sugerida por el Instituto Mexicano del Seguro Social, tomando como referencia que el Hospital

adonde se encuentra el Ambiente de de 216 camas y se considera como una Unidad de Medicina Física y Rehabilitación.

Hay que tener claro que este catalogo puede variar según las necesidades especiales de cada centro de salud, por lo que este es solamente es una fuente de consulta para posibles adquisiciones.

A continuación de la lista con el catalogo de equipos necesarios para un ambiente de medicina física y rehabilitación, se indicará además en el anexo 2, las características eléctricas más importantes para estos equipos: Baño de parafina, Diatermia, Tanque de remolino, TENS, Ultrasonido, Tanque de compresas, Electroestimulador, Baño de Hubbard, Bicicleta estacionaria y Láser.

<b>AREA O LOCAL</b>			
<b>Mobiliario y Equipo</b>		<b>Camas 216</b>	
<b># piezas</b>		<b># piezas</b>	
<b>Fisiatría</b>			
Pizarrón de 150 cm. para pared	1	Tablero de corcho de 120 cm.	1
<b>Sala de Espera</b>			
Carro camilla para ambulancia	2	Banca tandem de tres lugares	3
Silla de ruedas plegable con descansapie	6	Banca tandem de cuatro lugares	3
<b>Consultorio</b>			
Mesa para computadora	1	Negatoscopio doble de pared	1
Silla fija con asiento integral	2	Vitrina de 90 cm. contra muro	1
Sillón giratorio oficinista	1	Esfigmomanómetro de pared	1
Banco giratorio	1	Electromiografo canal	1
Bascula de estadimetro	1	Espejo con cuadrícula contra muro	1
Escalerilla con dos peldaños	1	Estetoscopio biaricular de capsula sencilla	1
Escritorio Medico	1	Plantoscopio	1
Lámpara de pie rodable	1	Martillo percursor grande para reflejos	1
Lavado Pasteur derecho de 90 cm.	1	Plomada para postura	1
Mesa para exploración universal	1	Goniómetro	1
Mesa Pasteur	1	Estuche de diagnostico	1
<b>Control</b>			
Archivero de cuatro gavetas	1	Tablero de corcho de 120 cm.	1
Cesto para papeles	1	Computadora con su respectivo mueble	1
Silla giratoria secretarial	1	Barra de escritorio	1
Tarjetero sencillo de 7.62x12.7 cm. (3"x5")	1	Terminal de Computadora	1
<b>Estación de Terapeutas</b>			
Cesto para papeles	1	Espejo a muro	1
Silla fija acojinada apilable	3	Gabinete Universal	1
Mesa escritorio con dos cajones			2

<b>Actividades diarias de la vida humana (A.D.V.H.)</b>			
Silla de ruedas plegable con descansapie	1	Cama individual	1
Gabinete Universal	2	Cocineta con alacena	1
Mesa escritorio con dos cajones	1	Baño con adaptaciones	1
Silla fija acojinada apilable	2	Espejo de cuerpo entero, móvil	1
<b>Hidroterapia</b>			
Escalerilla con dos peldaños	1	Toallero para toallas de tela	1
Mesa rígida de madera	1	Baño tina fija de Hubbard para hidromasaje	1
Banca vestidor para baños	1	* Grúa de transporte para camilla	
<b>Tanque Terapéutico</b>			
Banca vestidor para baños	2	Llanta salvavidas infantil y para adulto	4
Gancho doble	3	Silla para tanque de hidroterapia	2
* Garrocha y equipo			
<b>Hidroterapia para miembros superiores</b>			
Silla fija con asiento integral	1	Toallero para toallas de papel	1
Banco giratorio	1	Tanque fijo de remolino para miembros superiores	1
Mesa de madera para tratamiento (cuatro plazas)			1
<b>Hidroterapia para miembros inferiores</b>			
Escalerilla de dos peldaños	1	Toallero para toallas de papel	1
Mesa rígida de madera para tratamiento	1	Silla y asiento para tanque remolino	1
Tanque fijo de hidromasaje para miembros inferiores			1
<b>Parafinas y compresas</b>			
Silla fija con asiento integral	3	Equipo para enfriar y calentar compresas	1
Bote sanitario con pedal	1	Mesa para tratamiento de manos, muñeca, antebrazo (kanavell)	1
Tanque para baño con parafina	1	Lavabo Pasteur de 90 cm.	1
<b>Electroterapia</b>			
Silla fija acojinada apilable	4	Mesa rígida de madera	4
Escalerilla con dos peldaños	4	Unidad de electroanalgesia (TENS)	4
Mesa Pasteur	2	Unidad de electroestimulación	4

<b>Termoterapia</b>			
Silla fija acojinada apilable	4	Mesa rígida de madera	4
Escalerilla con dos peldaños	4	Equipo Láser	2
Mesa Pasteur	2	Lámpara infrarroja con pedestal	4
Unidad de ultrasonido para rehabilitación muscular			4
<b>Equipo de cubículo de tracción cervico-lumbar</b>			
Escalerilla con dos peldaños			1
Silla fija con asiento integral			1
Equipo de tracción electromecánica			0
Equipo de tracción cervical-torácico-lumbar electromecánica			1
<b>Mecanoterapia</b>			
Juego de pesas y mancuernas	2	Bicicleta fija para ejercicios de cadera	3
Barras paralelas ajustables	2	Pelota de salud	2
Colchón para gimnasio (módulos)	8	Espejo para corregir postura de tres secciones	1
Escalera y rampa con barandal	1	Mesa de cuádriceps	1
Barra de pared horizontal	1	Cilindro de muñeca de fricción libre	1
Mesa inclinable	1	Cilindro de muñeca de fricción ajustable	1
Poleas fijas a la pared	2	Plantilla para tobillos	1
Rueda para ejercicios de hombro	2	Muletillas (par)	3
Andadera rodable con asiento y respaldo	2	Escalerilla de madera para dedos	2
<b>Cubículo de terapia del lenguaje</b>			
Cesto papelerero	1	Tablero de corcho de 120 cm.	1
Gabinete para papeles	1	Computadora	1
Silla fija acojinada apilable	9	Espejo móvil cuerpo entero	1
Escalerilla de dos peldaños	1	Perchero de pared	1
Escritorio Médico	2	Mesa rígida de tratamiento	1
Mesa infantil preescolar	2	Grabadora portátil	1
Sillas infantiles de tipo preescolar	6	Mesa para computadora o teléfono	1
Pizarrón de 150 cm., magnético, de pared			1
<b>Ropa Sucia</b>			
Carro para ropa sucia			1

<b>Ropería</b>			
Closet para ropa			1
<b>Utilería</b>			
Anaqueles esqueleto de cinco entrepaños	2	Lámpara de pie rodable	1
Silla de ruedas plegable	1	Carro de tipo supermercado	1
Escalerilla de dos peldaños			1
<b>Séptico y aseo</b>			
Bote sanitario con pedal	1	Toallero para toallas de papel	1
Mesa de trabajo con línea central, de 150 cm.	1	Jabonera de pastilla	1
Carro de aseo de forma tijera	1	Comodo para adultos	1
Orinal de acero inoxidable	1	Comodo para menores	1
<b>Baños y vestidores para pacientes y personal hombres y mujeres</b>			
Banca vestidor para baños	2	Lavabo	4
Excusado con fluxometro	4	Portarrollos para papel sanitario	4
Gancho doble	6	Regadera (juego completo)	6
Jabonera de pastilla	4	Bole de campana	6
Banca para regadera	2	Toallero para toallas de papel	4
Barrandal de apoyo			12

## **CAPITULO VI: GUIA DE DISEÑO PARA AMBIENTES DE MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN.**

### **6.1 Introducción**

Cada vez más, se hace vital al momento del diseño de instalaciones de salud, que se conozca las necesidades y características particularidades que requiere la construcción de estas, ello debido a que por muchos años se han diseñado e edificado hospitales, sin que se tomen en cuenta dichas particularidades; uno de los ambientes en los que se refleja sin lugar a dudas las fallas de diseño, es en el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, ya que se ha dejado de lado el hecho de que los pacientes de esta unidad poseen necesidades de atención diferentes a los demás usuarios.

Además de los problemas antes mencionados, se suma el hecho que en el país no se tiene normas de diseño hospitalario que posean un enfoque acorde a las necesidades operativas de este. Por ello en este capítulo se definirán los pasos que un equipo multidisciplinario debe de seguir al momento de desarrollar una planificación, licitación, construcción e implementación de ambientes de Medicina Física y Rehabilitación. Tratando que estos pasos sean evaluados de tal forma que tomen en cuenta tanto las particularidades de los pacientes, así como las del país.

### **6.2 Etapas de Diseño para Ambientes de Medicina Física.**

El proceso de diseño de los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación es el punto medular de donde parte el buen o mal funcionamiento de estos, ya que sin una buena concepción del mismo, los procesos subsiguientes a este, no tendrán el mismo impacto si no contienen una buena planificación y control. Para garantizar un buen diseño, es necesario que este sea visto como un conjunto de pasos o etapas a seguir antes de su puesta en marcha, estos pasos permitirán mantener una coherencia entre cada uno de ellos y reducirá en lo posible las fallas del mismo.

Las etapas de diseño a desarrollar tendrán su aplicación en dos casos, uno se refiere al "Diseño de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación nuevo" , en el cual los criterios de diseño pueden ser previamente planeados y estudiados, corroborando su funcionalidad en variedad de aspectos relacionados con el mismo, así como cuando se tiene el "Diseño de una Remodelación o Ampliación del ambiente", debido a que este no logra cubrir con las necesidades actuales de la unidad, ya sea a nivel de cobertura de atención a usuarios o debido a la adquisición de nuevas tecnologías.

En función de las experiencias de los diseñadores y de sus escuelas, así es el concepto y criterios de diseño que aplican, considerando en muchos casos las etapas del diseño como etapas de un proyecto. Sin embargo en este documento por conveniencia para el desarrollo temático de las fases de diseño para ambientes de medicina física y rehabilitación son las siguientes:

- a)** Planificación
- b)** Contratación de servicios
- c)** Ejecución
- d)** Puesta en funcionamiento

#### **6.2.1 Planificación:**

Esta es una de las etapas, que requiere mayor grado de estudio y evaluación, ya que en ella se evalúan una cantidad de factores que requieren de una valoración amplia, la cual determina el buen curso del funcionamiento para los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación. Los factores que se analizan dentro de la planificación son:

- a)** Estudio de la realidad.
- b)** Modelos de gestión
- c)** Elaboración de programa médico Arquitectónico.
- d)** Elaboración de anteproyecto.

- e) Desarrollo de asesorías especializadas.
- f) Elaboración de especificaciones técnicas para tecnologías.
- g) Elaboración de informe final del proyecto.

#### **6.2.1.1 Estudio de la realidad.**

El estudio de la realidad actual es el primer paso dentro de la planificación, ya que en esta se encontrará toda la información necesaria para poder evaluar que necesidades se desean cubrir, estas necesidades se encontrarán acorde al tipo de caso a diseñar, es decir, si es una unidad nueva o la remodelación/ampliación de una.

Para realizar un estudio lo más amplio posible, se requiere de cierta mínima información, que va desde el conocimiento de parámetros epidemiológicos dentro de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación hasta la información de la tecnología existente o que se desea instalar. A continuación se muestran los datos básicos a evaluar:

- a) Datos de salud:** Dentro de estos se buscará principalmente los índices epidemiológicos más relevantes, además de las tasas de mortalidad, morbilidad y natalidad si fuera necesario. De igual forma se buscarán las políticas y modelos de atención de salud vigentes para personas con discapacidad, estos datos deben de mostrar no solo los índices actuales sino también las tendencias futuras.
- b) Datos demográficos y geográficos:** Es necesario conocer la población con discapacidad a la que se dará servicio, concentración o dispersión de estas, las vías de acceso tanto de comunicación como de transporte, las barreras geográficas dentro de la región a dar cobertura, entre otras.
- c) Datos estadísticos:** Estos se refieren a los datos sobre los niveles de consulta en los ambientes de medicina física y rehabilitación, las tasas de

enfermedades dentro de estos ambientes, los promedios de volumen de agua para hidroterapia, etc.

- d) Datos arquitectónicos:** Se refieren a aquellos que brindan una idea de la distribución espacial actual o la que se tiene previsto ocupar dentro del ambiente, los servicios que se encuentran ya instalados, si es el caso de una remodelación o ampliación, las necesidades de atención a futuro para medicina física, la flexibilidad de las tecnologías, entre otros.
- e) Datos sobre normas internacionales:** Se refieren a todas las normas aplicables a las instalaciones de Medicina Física y Rehabilitación y que posean un enfoque mayormente orientado a las necesidades de países de América Latina, pero sin dejar de lado los requisitos mínimos sugeridos por entidades normativas de países más desarrollados.
- f) Datos a nivel de tiempos:** Estos datos pueden provenir de la medición de los tiempos de atención promedio en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación o cualquier otro tiempo necesario para poder planificar la funcionalidad del servicio, de igual forma se pueden utilizar tiempos sugeridos por entidades normadoras de dichos ambientes y que brinden una idea de los mismos para que a posteriori estos sean adaptados según se crea conveniente.
- g) Datos tecnológicos:** Son los datos de las tecnología existente de los ambiente de Medicina Física y Rehabilitación y los cuales permiten obtener información sobre detalles técnicos, factores ambientales, factores de rendimiento, operabilidad, entre otros.
- h) Datos sobre los recursos humanos:** Estos se refieren mayormente a la capacidad y experiencia de los profesionales que intervendrán en el diseño y construcción de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, así como de los proveedores locales y de aquellos que brindan los servicios de mantenimiento de instalaciones, capacitaciones, etc. Todo esto con el fin de garantizar que estos posean todos los conocimientos relacionados con los ambientes y que sean capaces de

aplicarlos al momento del diseño o al momento de prestar sus respectivos servicios.

- i) Datos económicos y jurídicos:** Son todos los datos que se refieren a las reglas o leyes necesarias para realizar la planificación, diseño y construcción, las cuales brindarán a la planificación un respaldo legal al momento de la validación de la obra así como al establecimiento de normas.

Después de organizar toda la información recolectada, es momento de analizar y concluir sobre los datos de mayor relevancia y los que apliquen al caso a poner en marcha, estas conclusiones servirán de pauta al momento del diseño del ambiente de Medica Física y Rehabilitación, debido a que ya se conocen a ciencia cierta las necesidades que se desean cubrir y bajo que parámetros se podrán realizar. Hay que aclarar que la obtención de los datos antes mencionados no son los únicos que pueden ser tomados en cuenta, pero si son una guía a seguir, la cantidad de datos dependerá mayormente del tipo de ambiente que se desea diseñar e implementar.

#### **6.2.1.2 Desarrollo de los modelos de gestión hospitalaria**

El propósito de los modelos de gestión hospitalaria es permitir que la institución pueda proyectarse hacia el futuro, disminuyendo la incertidumbre de sus relaciones con el entorno, y así orientar todos sus recursos (financieros, humanos, organizacionales, etc.) hacia metas y objetivos claramente definidos.

Los nuevos modelos de administración hospitalaria buscan gestionar los hospitales basándose fundamentalmente en la codirección de administradores e ing. biomédicos o clínicos, implicando a estos últimos en los aspectos sobre costos de la asistencia sanitaria prestada.

Dichas iniciativas buscan descentralizar la organización, basar el modelo organizativo y de gestión en la información, estableciendo los mecanismos necesarios para que la gestión de la actividad asistencial de las unidades y servicios (tanto en los aspectos económicos como la organización de las persona), recaiga sobre el ing. biomédico, potenciando la gestión por procesos, considerando las repercusiones económicas debido a las decisiones clínicas, buscando con ello la eficiencia.

#### **6.2.1.2.1 Objetivos de la Gestión Hospitalaria**

Varios son los objetivos a cubrir con la gestión hospitalaria pero hay que insistir en que el principal es, incrementar la eficiencia y calidad de las prestaciones sanitarias, entre los objetivos principales se tienen:

- a)** Aumentar la eficiencia y efectividad de los recursos en salud, mediante modificaciones en la gestión de las redes asistenciales y focalización de los beneficios en la población de menores recursos.
- b)** Orientar hacia la gestión clínica y de calidad. El hospital se rediseñará sobre la base de la responsabilidad de los equipos clínicos en el uso de los recursos disponibles (profesionales, humanos, tecnológicos y organizativos) para favorecer la mejor práctica clínica y la obtención de los mejores resultados asistenciales con la aplicación de conocimientos. Las decisiones descentralizadas que adopten estos equipos se harán sobre la base de protocolos o guías de práctica clínica, que reflejen la experiencia común de la comunidad científica para la toma de decisiones de diagnóstico y tratamiento. Cada servicio clínico diseñará sus propios planes de mejora continua o excelencia y efectuará anualmente un compromiso de gestión con la dirección del hospital.

- c) Impulsar modernizaciones en la administración de los hospitales, para no sólo aumentar la eficiencia, sino que también la calidad de la atención al usuario y mejorar las condiciones de trabajo y participación de los trabajadores de los establecimientos. Por ello, en las medidas que se propician destacan instancias de participación de trabajadores y usuarios, mecanismos para el desarrollo de capacidades modernas de administración de los recursos y de gestión del personal. Esta reforma es para los usuarios de los servicios, lo cual requiere de trabajadores motivados, capacitados y debidamente reconocidos.

Para ello, es imprescindible implicar a los profesionales sanitarios en la gestión de los recursos de los centros de salud e impulsar una forma de trabajo enfocada hacia la gestión de procesos, la evaluación y la mejora continua.

#### **6.2.1.2.2 Requisitos necesarios para una buena gestión hospitalaria.**

Para facilitar el logro de una buena gestión, se establecen una serie de requisitos que se deben de ser cumplidos por todas las unidades que componen el centro de salud. Estos requisitos son los siguientes:

- a) Existencia de un líder gestor. Un profesional del servicio, de reconocido prestigio, debe ser el líder del proyecto. Se considera adecuado que dicho liderazgo sea aceptado por la mayoría de los miembros del servicio o unidad. Una vez elegido se le facilita formación básica en gestión hospitalaria.
- b) Corresponsabilidad de la mayoría de los profesionales del equipo. Para iniciar la una buena gestión, se considera necesario, que la mayor parte de los profesionales del servicio acepten la idea, asumiendo la responsabilidad de los objetivos pactados entre la

dirección del hospital y el líder de la Unidad de Gestión hospitalaria, corresponsabilizándose de los mismos. Para facilitar la implicación de las personas es necesario conformar Comités de Dirección de las Unidades de Gestión hospitalaria formados por el líder y las personas claves para el funcionamiento de las mismas.

- c)** Identificación de objetivos, volumen de actividad asistencial y presupuesto clínico. Como condición necesaria para abordar el proceso, debe existir un plan de gestión de la unidad que contenga datos relativos de la actividad a realizar, sus parámetros de calidad y los costos de la misma.
- d)** Existencia de un sistema de información adecuado. Teniendo en cuenta los principios de la calidad total y el concepto de que “lo que no se mide no mejora”, ya que no es posible gestionar una unidad que no cuente con un sistema de información adecuado, dado que las decisiones deben sustentarse en datos y no en suposiciones.
- e)** Gestión de recursos humanos. El plan de gestión de la unidad, debe de contemplar las herramientas para realizar una gestión adecuada de los recursos humanos.
- f)** Programa de mejora y rediseño de procesos. Es fundamental orientar la gestión hacia la mejora de los resultados; en esta línea se utiliza la gestión de procesos como instrumento de mejora, alineado con el modelo de gestión de la calidad aplicado. Un ejemplo de estos modelos de gestión de calidad es el Modelo Europeo de calidad EFQM, basado en los postulados de la calidad total.
- g)** Evaluación. Deben definirse previamente, los indicadores de evaluación de la actividad sanitaria, tanto cuantitativos como cualitativos, incluidos además los indicadores de costos. Además deben indicarse los responsables de la evaluación, los plazos y

periodos de la misma, para poder detectar y corregir a tiempo las desviaciones, si las hubiere.

- h)** Sistemas de incentivación. Los contratos pactados por las Unidades de Gestión Clínica y las Direcciones de los hospitales, deben de contener, explícitamente, líneas de discriminación del desempeño que posibiliten el reconocimiento y la incentivación tanto individual como colectiva, y fomenten el trabajo en equipo para estimular la mejora continua.

Una vez de tener preparada la unidad de gestión clínica, es necesario proceder a la firma del contrato de gestión hospitalaria entre el gerente del hospital y el líder de la unidad de gestión hospitalaria. Los componentes principales del contrato de gestión clínica son tres: compromisos de actividad, compromisos de calidad y compromisos económicos. Este contrato de gestión clínica, habitualmente, es reflejo de la parte del contrato de actividad global del hospital, que le corresponde al servicio o unidad concreta.

#### **6.2.1.2.3 Evaluación de la gestión hospitalaria**

Para evaluar y constatar que los requisitos han sido cumplidos se recurre a evaluar:

- a)** De forma continua, el Comité directivo de la unidad de gestión hospitalaria, como órgano de decisión operativo en la propia unidad, realiza un seguimiento continuo de la actividad y de la consecución de los objetivos previstos.
- b)** Trimestralmente, los líderes de las unidades y la dirección del hospital evalúan el seguimiento del contrato vigente, analizando el grado de consecución de los objetivos asistenciales, de calidad y económicos, las causas de las desviaciones si las hubiere y la introducción de medidas correctoras, si fuere necesario.

### **6.2.1.3 Programa Médico Arquitectónico**

En el se establecen los servicios y espacios físicos para el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación. Este programa típicamente indica todos los servicios y áreas funcionales y las dimensiones deseadas en metros cuadrados. Para realizarlo, es necesario un trabajo conjunto entre el ing. Biomédico, ingeniero civil, arquitecto y sin faltar el personal de médicos fisiatras; de la buena aportación de cada uno de estos, dependerá que el programa sea realmente exitoso y cumpla con las expectativas deseadas, dichas expectativas pueden llamarse objetivos a cumplir, ellos deben de ser plasmados en un cronograma de actividades, el cual debe de ser elaborado de forma conjunta por el personal antes mencionado, este debe de contener, además de los objetivos, el tiempo programado para el cumplimiento de cada uno.

Dentro del programa medico arquitectónico se contemplan los siguientes aspectos:

#### **a) Conocimiento del área de medicina física y rehabilitación a construir.**

No importa si dicho ambiente será nuevo, renovado o ampliado, siempre se debe de tomar en cuenta que es necesario conocer que cantidad de espacio es preciso para que el ambiente funcione de una manera adecuada cumpliendo los requisitos mínimos, para ello hay que tener en mente las áreas que contendrá el ambiente de medicina física y que dimensiones debe de tener cada una.

#### **b) Elaboración del diagrama a bloques basado en su función**

Se inicia definiendo los espacios funcionales y la cantidad de los espacios individuales. Para ello es necesario basarse en las características de la población con discapacidad a atender, recursos complementarios de soporte y metas competitivas. Esto representa cierta dificultad cuando lo

que se desea hacer es una remodelación o ampliación del ambiente de medicina física, ya que muchas veces el espacio disponible no cumple ni con los requisitos mínimos, este diagrama busca que el ambiente cumpla con esos requisitos y si no es así indica que no es posible construir bajo esas condiciones de espacio y con ello brinda alternativas de solución.

### **c) Elaboración del diseño final para el ambiente de Medicina Física**

Después de ser aprobado las sugerencias establecidas en el diagrama de bloques, se procede a determinar los pormenores para el funcionamiento del ambiente, como lo es determinar la cantidad de equipos de terapia a utilizar, en que áreas serán instaladas, se determinará la red de agua necesaria para suministrar a hidroterapia y otros aspectos importantes que son necesarios considerar al momento de echar a andar el ambiente.

Después de evaluados los anteriores aspectos de diseño, se requiere que el comité multidisciplinario, conformado por el medico fisiatra, el ingeniero biomédico o en salud, el arquitecto e ingeniero y otros grupos de evaluación, den el aval por escrito sobre lo desarrollado durante el proceso de diseño del ambiente de medicina física, ello sirve para garantizar que todos los involucrados en el proyecto se encuentran satisfechos con lo implementado y así reducir en lo posible cambios en el diseño que podrían incumbir en gastos adicionales.

#### **6.2.1.4 Elaboración de Anteproyecto**

A partir del programa médico arquitectónico se elabora un anteproyecto en el cual se define cómo se organizarán las áreas de terapia junto con sus interrelaciones así como los espacios disponibles para estos. Durante este proceso se define la forma y funcionamiento del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, se podría decir entonces que pasa a ser un proyecto ya estructurado y plasmado en planos en escala de 1:200.

Seguido a esto se procede a la elaboración del proyecto en definitiva, en el que se detalla los ya antes mencionado como son: áreas, circulaciones, conexiones, tecnologías, solo que ahora en planos a escala 1:100 y a 1:50 en ciertos sectores.

#### **6.2.1.5 Asesorías especializadas**

En este punto de la planificación se recurre a la asesoría de profesionales especialista en el campo de la medicina física y rehabilitación, que mediante sus conocimientos pueden aportar recomendaciones en ciertas áreas que requieren de un estudio a mayor profundidad, como son las instalaciones eléctricas, hidráulicas, gases médicos, aire acondicionado, sanitarios preinstalaciones necesarias, entre otras, las cuales contribuyen a que el desarrollo de las funciones dentro del ambiente de realicen de la forma más profesional y adecuada posible.

#### **6.2.1.6 Especificaciones técnicas para las tecnologías**

Debido a que en la actualidad el desarrollo de las tecnologías utilizadas en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación son cada vez más complejas y avanzadas, es necesario definir de forma adecuada y eficaz el tipo de tecnologías convenientes según el tipo de ambiente que se desee implementar; para ello la determinación de las especificaciones técnicas es uno de varios factores a evaluar al momento de la adquisición de tecnologías, así como lo es la población a atender o las características particulares de instalación y preinstalación de los equipos. En esta etapa de la planificación, es de vital importancia la asesoría por parte de los especialistas en el ámbito de la valoración de las tecnologías utilizadas en los ambientes de medicina física.

## **6.2.2 Contratación de servicios**

Los procesos de contratación de servicios poseen procedimientos diferentes según el sector que gestiona la compra, a nivel nacional existen dos, el sector público y privado, para el caso del sector público, dicha contratación es regida por la ley de adquisiciones y contrataciones de la administración pública (LACAP), caso diferente para el sector privado. A continuación se indican los procedimientos de cada uno.

### **6.2.2.1 Sistema Privado**

En este se pueden dar dos casos: contratación directa y análisis de oferta. En el primero se contacta directamente al proveedor que ha sido previamente seleccionado y se ejecuta de forma directa la relación contractual.

Para el segundo caso, se buscan diferentes ofertas entre distribuidores, se analizan cada una de las propuestas en cuanto a costos, tiempos de entrega, garantía, etc. y se toma una decisión según la mejor oferta. Finalmente se procede a la firma de contratos para la presta de servicios.

### **6.2.2.2 Sistema Público**

El proceso efectuado en este sector es denominado mayormente como "Licitación" y es el procedimiento competitivo durante el cual se solicitan, recibe y evalúan ofertas de bienes o servicios, y en donde se le otorga al ofertante que cumple con las condiciones especificadas en el aviso de invitación, el contrato de adjudicación o aceptación de la oferta propuesta.

Para realizar este procedimiento es necesario poseer las especificaciones y elaborar los términos de referencia que han sido recopilados en la planificación de los ambientes de medicina física y rehabilitación. El procedimiento de licitación involucra una variedad de aspectos que inician con la creación de las especificaciones de la obra producto de la

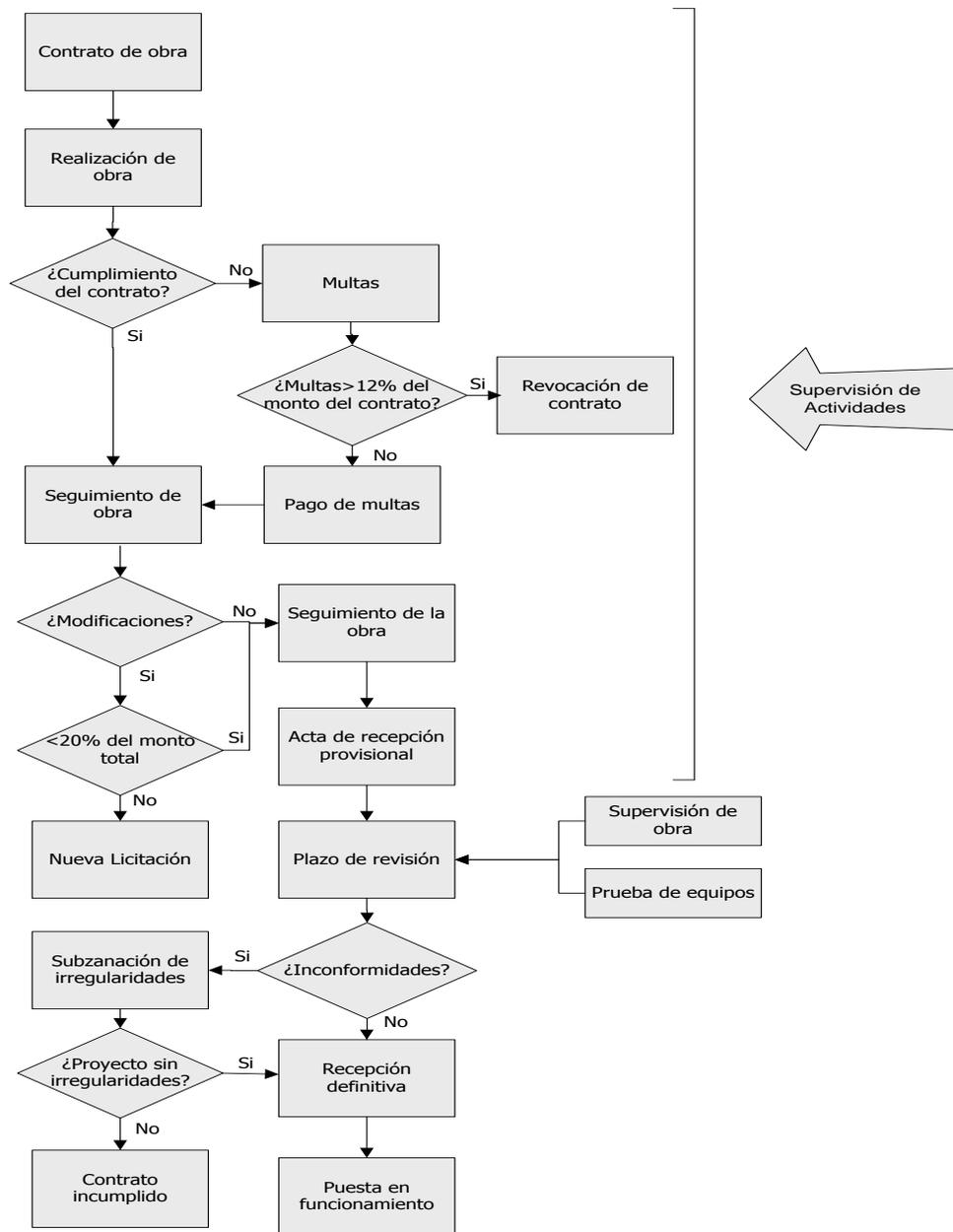
planificación, continua con la evaluación de estas de forma conjunta con el organismo encargado de gestionar las adquisiciones, la dirección y área financiera del hospital, posteriormente se continua con las publicaciones necesarias, recepción y evaluación de ofertas, para finalizar con el acto de la adjudicación.

### **6.2.3 Ejecución**

La fase de ejecución del proyecto se lleva a cabo, luego que se ha pasado el procedimiento de licitación y la elaboración del contrato que justifica la adjudicación de la obra a realizar. Dentro de la ejecución, se supervisan dos factores: Construcción de Obra y Adquisición de Tecnologías

#### **6.2.3.1 Construcción de obra**

El proceso de construcción se da posterior a la contratación de los servicios de la entidad adjudicada, durante el tiempo de desarrollo de la obra es necesaria la supervisión constante para garantizar la efectividad y calidad de las acciones que se realizan en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación. Este proceso de supervisión implica la verificación constante del cumplimiento del contrato.



**Figura 6.1:** Flujograma de procedimientos de construcción de obras que se ejecutan en las instituciones de gobierno.

En un momento de la construcción, es necesaria la recepción provisional de la obra por parte de los supervisores y funcionarios designados de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación. Ello da lugar a un proceso de revisión del funcionamiento del establecimiento, capacitación del personal

de medicina física para la utilización del mismo y pruebas de funcionamiento para las tecnologías en general de las diferentes áreas. Estos procedimientos disminuyen las irregularidades que pudieran presentarse y corregirlas por partes del contratista si es necesario. Si no se encuentran encontrar irregularidades se procede a la recepción y puesta en funcionamiento.

#### **6.2.3.2 Adquisición de tecnologías**

El procedimiento de adquisición de tecnologías para los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, parte del hecho que todos los pasos para realizarlo, es decir la evaluación de tecnologías, han sido aplicados, por lo que el equipamiento ya esta adquirido y solo se encuentra a la espera de la instalación y puesta en marcha.

Al ser recibida la tecnología, la responsabilidad de la funcionalidad del equipo instalado recae en el proveedor y en el departamento técnico del centro de salud. Los primeros, son los responsables de instalar el equipo en el ambiente de medicina física y de capacitar a los fisioterapeutas para el manejo de los mismos; los segundos son los encargados de inspeccionar y avalar la funcionabilidad de la tecnología en los ambientes.

#### **6.2.4 Puesta en funcionamiento**

En la puesta en funcionamiento se mencionan todos los procedimientos necesarios para que el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación sea eficaz con el paso del tiempo y con ello garantizar que los servicios prestados a las personas con discapacidad sean de calidad. Para la puesta en funcionamiento de estos ambientes es necesario disponer de ciertos procedimientos que contribuyen a prestar estos servicios:

### **a) Manuales para la organización y funcionamiento.**

El objetivo de estos manuales es brindar información clara, confiable y suficiente de las atribuciones, funciones y niveles de responsabilidad en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

Esto es con el propósito de que el personal que labora en la unidad, pueda consultar en estos documentos los procedimientos que se deben de realizar para las diferentes actividades que se llevan a cabo de forma cotidiana dentro del ambiente. La documentación mínima a considerar es:

- i.** Normalización de procedimientos administrativos y técnicos
- ii.** Inventario de repuestos
- iii.** Programación de tiempos de actividades
- iv.** Programación de supervisión de tecnología
- v.** Control de calidad
- vi.** Rutinas de mantenimiento preventivo y ordenes de trabajo

### **b) Programas de capacitación y certificaciones**

Los programas de capacitación son de vital importancia debido a que es necesario que el personal se actualice constantemente sobre los cambios que se produzcan ya sea a nivel de tecnologías o procedimientos operativos dentro del ambiente, lo que puede conllevar a una buena operabilidad durante el paso del tiempo.

Al proceso de capacitaciones le sigue el de la certificación, no solo del personal que labora en la unidad, sino también de las tecnologías que se adquieren o incluso de las instalaciones de medicina física, lo que brinda confianza y certeza del buen funcionamiento del ambiente.

**c) Manejo del riesgo.**

El manejo del riesgo es un proceso para la toma de decisiones que se utiliza para establecer políticas y señalar los peligros identificados durante la evaluación de riesgos y sus consecuencias dentro del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación. Una buena gestión de riesgos contribuye a disminuir la posibilidad de sufrir daños dentro del ambiente y debe buscar la seguridad tanto del usuario como del personal que labora en la unidad.

**d) Monitoreo de la productividad y pruebas de vacío.**

Las pruebas en vacío garantizan el buen funcionamiento de las instalaciones así como de las tecnologías que se utilizarán en los ambientes de medicina física, ya que estas pruebas miden las respuestas en condiciones conocidas de operación; las pruebas de productividad son indicadores que revelan el grado de producción por unidad de trabajo. Ambos parámetros permiten establecer los grados de repuesta óptimos en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

**e) Gestión de garantías y contratos de servicio**

Para el seguimiento de garantías o contratos a terceros es necesaria la creación de procedimientos que permitan evaluar de manera adecuada el buen servicio que estos brindan dentro del ambiente de medicina física, ello evita inconvenientes que pudieran presentarse durante el cumplimiento del tiempo de contrato.

### **6.3 Guía de diseño para Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación**

La guía de diseño consolida el conjunto de pasos que un diseñador debe seguir al momento de implementar un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, considerando que ya se han tomado las decisiones políticas, sanitarias, técnicas y económicas para planificar y poner en marcha el ambiente de medicina física. Los pasos a seguir serian los siguientes:

### **Paso 1: Definir la finalidad del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación.**

Este paso es necesario como punto de partida, debido a que en este se establece el porque y para quien se diseña el ambiente. El servicio de Medicina Física y Rehabilitación pertenece al proceso de atención medica, este se presenta mediante acciones de prevención, diagnostico y tratamiento, este servicio tiene como fin proveer atención en los diferentes niveles de atención existentes, y modificar positivamente la epidemiología de la incapacidad en la población beneficiada. En esta etapa se deben de definir las principales especialidades médicas que el servicio atenderá.

### **Paso 2: Establecimiento del equipo de diseño.**

La conformación del equipo que se encontrará a cargo del desarrollo del diseño del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, es un factor de importancia, debido a que estos serán los encargados de aportar cada una de las ideas que serán plasmadas para el diseño final, para ello se requiere que este equipo trabaje en todo momento de forma conjunta y brindando cualquier tipo de sugerencia que garantice la efectividad en la operación de la unidad; el equipo debe estar compuesto básicamente por un medico Fisiatra, un ingeniero Biomédico, un ingeniero civil, un arquitecto y el administrador.

### **Paso 3: Establecimiento del modelo gestión.**

En este paso, se define el modelo que apoya el diseño del ambiente de medicina física y rehabilitación. Este modelo de gestión conducirá a la forma en que se administrará el ambiente. Por ello, para definir este paso, es necesario que se establezca la información siguiente: Manuales para la organización y funcionamiento, manuales de capacitaciones, manuales de certificaciones, manuales de riesgos, productividad del servicio o instalación, entre otros.

#### **Paso 4: Definir referencia de dimensionamiento.**

En los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación se toman en cuenta dos casos para el dimensionamiento, el primero se basa en clasificar los ambientes según el número de camas que poseerá o posee el Hospital en que se encontrará, es decir:

- a)** Unidades de Medicina y Rehabilitación: Hospitales de 216 camas
- b)** Servicios de Medicina Física y Rehabilitación: Hospitales de 72-144 camas
- c)** Unidades de Fisioterapia: Hospitales 34 camas.

La diferencia entre cada uno de estos ambientes radica en el tamaño de la unidad, diversidad y complejidad de las tecnologías, recursos humanos disponibles y capacidad de las instalaciones básicas.

En el segundo caso el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación es autónomo (no se encuentran ubicados dentro de ningún hospital) o son módulos de medicina física y rehabilitación (estos se encuentran dentro de unidades de salud), para este caso es necesario seguir el patrón de la población a ser atendida y a partir de ello dimensionar la unidad.

#### **Paso 5: Dimensionar el ambiente.**

Para el dimensionamiento de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, es necesario conocer el número de terapias anuales por área, para ello, es necesario conocer los días de operación anual del servicio, las horas de operación diaria, el tiempo promedio por terapia, factor de uso, entre otros. Con el dimensionamiento de los ambientes de lo que se determinara es número de áreas de tratamiento por especialidad, como también la definición de espacios, rutas de acceso y sistemas de apoyo necesarios para el funcionamiento de las áreas específicas.

#### **Paso 6: Asesorías especializadas.**

La selección de las tecnologías a utilizar en los ambientes de medicina física y rehabilitación, es uno de los factores elementales a tener en cuenta para

garantizar el buen funcionamiento de la unidad, para ello es necesario mantener claro el tipo de ambiente que se desea poner en marcha, a partir de ello se selecciona la cantidad y complejidad de tecnologías para cada caso, es además necesario que se elaboren las características técnicas para cada uno de los equipos a adquirir, ello requiere la colaboración en muchas ocasiones de personal calificado que contribuya con sus conocimientos acerca del tema, no solo a nivel de asesoría de especificaciones técnicas, sino también en cuanto sistemas necesarios para el buen funcionamiento de los equipos, como son las preinstalaciones que deben tomarse en cuenta a nivel de sistemas hidráulicos, eléctricos, mecánicos, entre otros.

### **Paso 7: Definir las relaciones y consideraciones funcionales de los espacios.**

Al momento del diseño de ambientes de medicina física y rehabilitación es necesario establecer y estudiar con anterioridad el tipo de interrelaciones necesarias entre cada una de las áreas, para garantizar que dichas interrelaciones agilicen los flujos existentes dentro de la unidad y por tanto contribuyan al mejoramiento de las actividades que se tiene previstas llevar a cabo.

### **Paso 8: Diseñar plano arquitectónico del ambiente.**

Para realizar el plano arquitectónico del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, se tomarán en cuenta todas las consideraciones y criterios mencionados anteriormente, les decir, dimensionamiento, tecnologías y relaciones existentes entre los espacios. Por tanto este paso consiste en plasmar en un plano todas las consideraciones antes desarrolladas.

### **Paso 9: Presentación preliminar del proyecto**

Luego del diseño del plano arquitectónico del servicio de Medicina Física y Rehabilitación, será necesario organizar toda la información generada para estructurar preliminarmente el proyecto. Esta documentación será presentada a las autoridades involucradas, para que sea revisada y observada (si en dado caso se

dieran sugerencias al diseño planteado), dichas observaciones pueden ser sobre el dimensionamiento del servicio, distribución, áreas consideradas, tecnologías a utilizar así como el modelo de gestión del servicio.

### **Paso 10: Informe final**

Finalmente, se procede a realizar el informe final del diseño. En este, se incluyen: El plano arquitectónico de la obra, El modelo de gestión y las características técnicas de las tecnologías a utilizar.

### **Paso 11: Licitación**

Listo el informe final, se continúa con los procesos de licitación, en el cual se solicitarán en base a las características ya definidas, todo lo necesario para poner en marcha el ambiente, es necesario para ello que el grupo de evaluación de ofertas, conozca a ciencia cierta las necesidades que desean llenar y en base a ello seleccionar al mejor ofertante.

### **Paso 12: Ejecución de la obra**

Seguido el proceso de licitación y elaboración de contratos, se procede a la ejecución del proyecto, en este paso es necesario que cualquier tipo de gestión realizada este continuamente supervisada por las entidades encargadas en el ambiente de Medicina Física, para corroborar que todo lo acordado en los contratos, se este realizando de forma correcta y con transparencia.

### **Paso 13: Puesta en funcionamiento**

Este es el paso final de todos los procesos; para garantizar la eficiencia de este, es necesario que se tengan previamente ejecutados los procedimientos organizacionales para brindar servicios acordes a la realidad de los pacientes discapacitados, todo ello aumenta la calidad de las prestaciones de salud ofrecidas a los pacientes con el paso del tiempo.

## **CAPITULO VII: DISEÑO DE UN AMBIENTE DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION PROTOTIPO.**

### **7.1 Introducción**

En este capítulo se realizará el diseño de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo, con base en la realidad Salvadoreña, tomando en cuenta para ello, normativas brindadas por organismos internacionales así como estudios sobre los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación a nivel nacional, en este caso se analizó los ambientes existentes en el Hospital Nacional "Dr. Juan José Fernández" Zacamil y la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Salvadoreño del Seguro Social. Dichas normativas y criterios estarán relacionadas con la ubicación, espacios mínimos, condiciones ambientales y otras exigencias a considerar dentro del ambiente; entre las mayormente contempladas son las generadas por el Instituto Mexicano del Seguro Social, las Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria del Ministerio de Salud de Perú, el Manual de Administración de la Salud del Departamento de Asuntos de los Veteranos de Estados Unidos, entre otros.

El ambiente a ser propuesto, será un diseño orientado en gran manera a la realidad salvadoreña, pero se aclara que siempre quedará a libertad cualquier tipo de cambio en el mismo, ya sea de algún componente o función del ambiente, el cual se adapte mejor a los requerimientos y necesidades específicas de las Instituciones de Salud

Se presenta además el estudio realizado a dos ambientes de Medicina Física y Rehabilitación Salvadoreños, con el fin de efectuar una comparación de los mismos con el diseño prototipo.

## **7.2 Criterios de diseño para los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación**

Este ambiente pertenece al proceso de atención médica, que se presta mediante acciones de prevención, diagnóstico y tratamiento; la medicina física es la rama de la medicina que emplea medios físicos para el tratamiento de afecciones neuromusculoesqueléticas, vasculares, de piel, etc. La rehabilitación es el conjunto de acciones sanitarias encaminadas a prevenir, diagnosticar y tratar la incapacidad, así como la restauración final de los discapacitados a su máxima capacidad física, emocional y vocacional.

Los criterios de diseño para los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación estarán orientados por regulaciones para flujos en general, dimensionamiento, acabados, aire acondicionado, iluminación, instalaciones vitales (electricidad, hidráulicas, entre otras); los cuales al aplicarlos ayudarán a mejorar el funcionamiento del ambiente en todo su conjunto y minimizar con ello las fallas en el servicio que se presta a los pacientes.

Para el desarrollo de estos criterios, se han utilizado los ofrecidos por los siguientes autores, los cuales contribuyen constantemente con información sobre requerimientos a tomar en cuenta por las instituciones de salud, estas son:

- 1.** El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) a través de sus "Normas de Proyectos de Arquitectura, tomo I y II".
- 2.** La Norma Nacional mexicana con sus "Requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito, uso y permanencia de las personas con discapacidad en establecimientos de Salud".
- 3.** El Ministerio de Salud Pública de Perú con sus "Normas técnicas para proyectos de arquitectura hospitalaria".
- 4.** El Departamento de Veteranos de Estados Unidos con "Criterios para planeamiento de espacios".

5. El Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) a través del "Manual de protección radiológica para radiaciones no ionizantes".
6. Enrique Yáñez en "Hospitales de Seguridad Social".
7. Estévez-Corona en "Como nace un Hospital".

Cada uno de los criterios y normativas ofrecen información relacionada con el diseño de Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, pero hay que mencionar que dicha información puede variar entre cada uno de los criterios estudiados, por lo que se ha recopilado todos aquellos que contribuyen a la creación y planeación de un diseño que cumpla con las necesidades planteadas para este tipo de ambientes, la utilización de determinado criterio o norma se indicará mediante el número asignado anteriormente para cada uno de ellos.

Estos criterios se definen y explican a continuación:

### **7.2.1 Flujos**

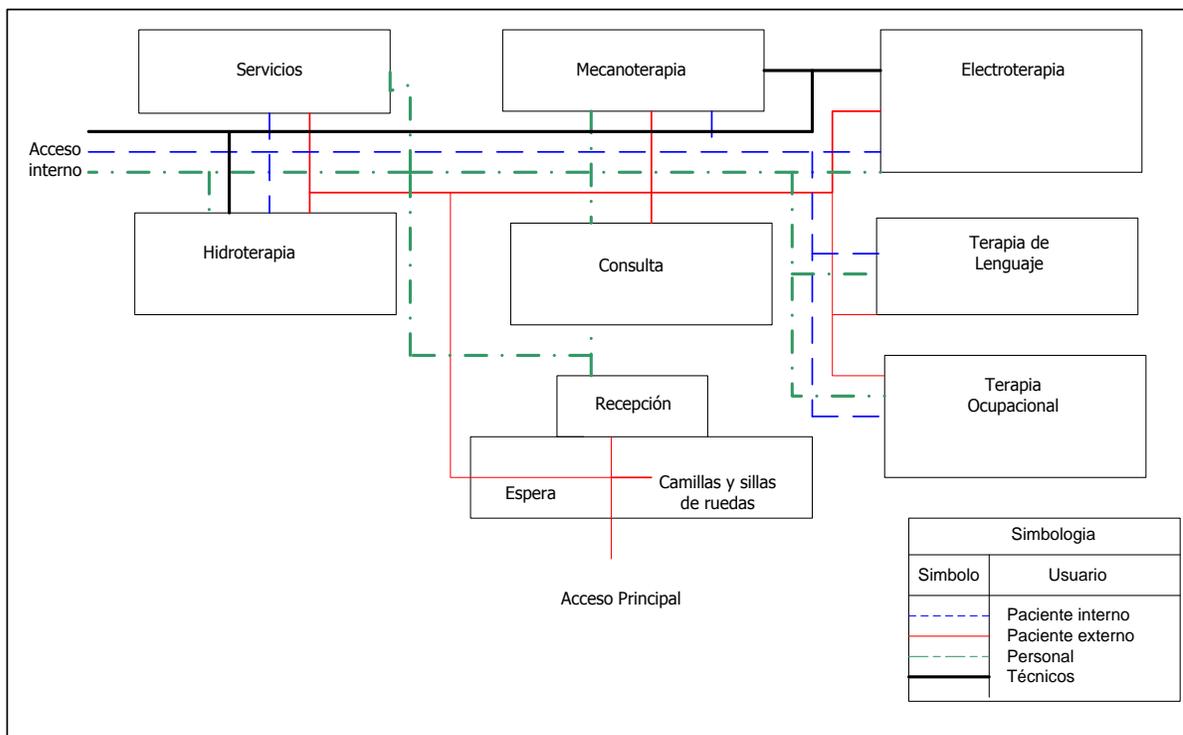
El flujo en un hospital se considera como el volumen de interacciones que ocurren entre una determinada dependencia y otra (u otras) ó dentro de una misma dependencia en función del tiempo<sup>6</sup>. Su análisis resulta importante debido a la influencia en las distribuciones arquitectónicas y el dimensionamiento de los respectivos espacios.

El Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación debe tener una ubicación adecuada en el hospital, debido a las características particulares de los pacientes que a esta recurren. En función de ello es necesario que posea facilidades de acceso independiente para usuarios de consulta externa y de hospitalización. A su vez es necesario considerar los flujos tanto del personal de la unidad, así como el personal técnico.

---

<sup>6</sup> GESTIÓN HOSPITALARIA, J.L. Temes, Tercera Edición. McGraw-Hill. Interamericana.

El Instituto Mexicano del Seguro Social [2] plantea un diagrama de funcionamiento del servicio de Medicina Física y Rehabilitación, y se muestran los flujos para los pacientes internos o de hospitalización, paciente externo o paciente proveniente de consulta externa, personal que labora en la unidad y personal técnico. Estos se ven en la figura 7.1:

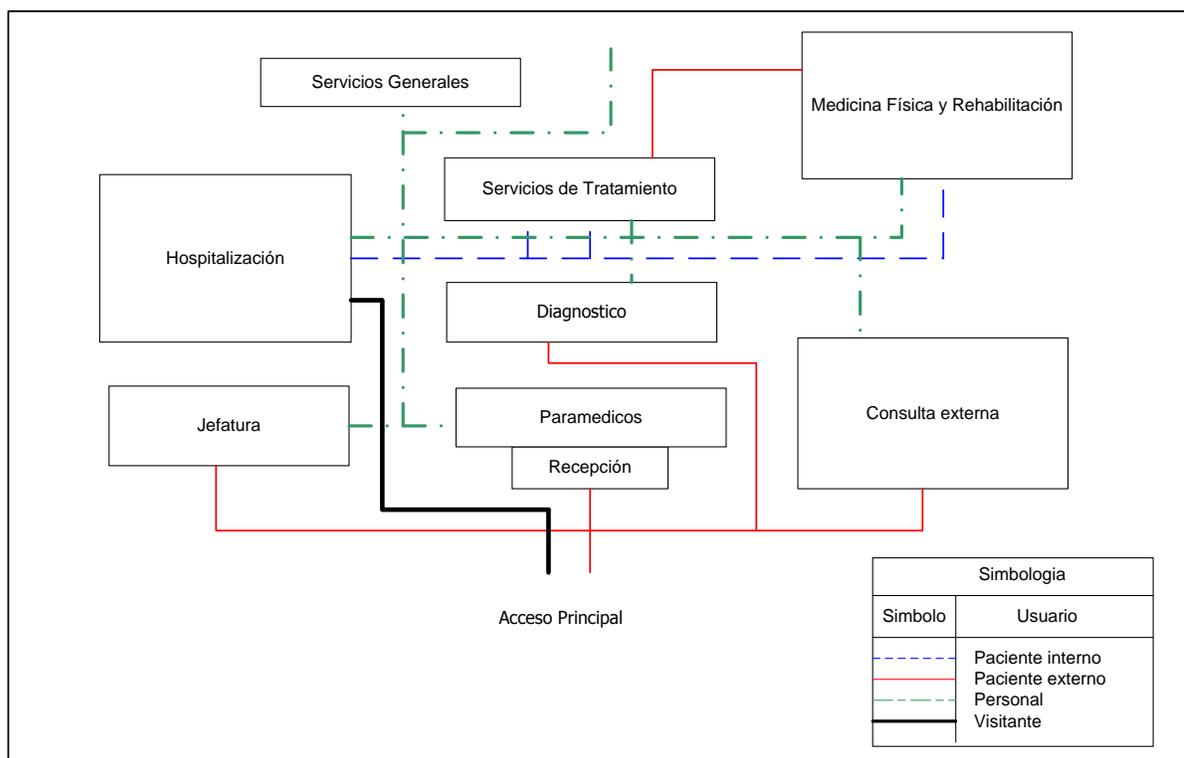


**Figura 7.1:** Flujos internos en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación

En la figura 7.1 se observa el flujo existente para los pacientes de hospitalización, los cuales ingresan por un acceso diferente a los de consulta externa. Los pacientes de consulta externa deben reportarse en recepción y esperar la consulta con el médico fisiatra, quien es el encargado de prescribir el tratamiento y direccionarlo hacia determinada área de tratamiento. El flujo de personal es sin ningún tipo de restricción, debido a que estos requieren un acceso libre a toda la unidad, esto debido a que los servicios que se prestan frecuentemente están interrelacionados. El flujo del personal técnico solo tiene

acceso a las áreas en las cuales se encuentran la mayoría de las tecnologías que requieren un mantenimiento constante.

Los flujos no solo son los existentes dentro del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación como tal, también se hallan los flujos externos, es decir, aquellos presentes entre el ambiente y los servicios fuera de este. El estudio y conocimiento de los mismos permite mejorar las interrelaciones entre los servicios que intervienen y contribuyen en la optimización de los mismos. Los flujos existentes de forma externa en la unidad de Medicina Física y Rehabilitación se muestran en la figura 7.2.



**Figura 7.2:** Flujos externos en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación

En la figura 7.2 se aprecia como los flujos existentes dentro del ambiente provienen principalmente de los servicios: Consulta externa y Hospitalización. Además es posible identificar como el ambiente de Medicina Física y

Rehabilitación forma parte del conjunto de servicios que contribuyen a una recuperación integral para el paciente que recurre al centro de salud.

### **7.2.2 Ubicación**

Preferentemente se ubicará en planta baja, con acceso directo a la calle, esto se debe a las necesidades especiales de los pacientes y del público usuario. Los pacientes que son usuarios del área hospitalaria de Medicina Física y Rehabilitación deberán utilizar el transporte que se brinda a este tipo de pacientes como sillas de ruedas, rampas, elevadores, camillas, etc. Los accesos a las diferentes áreas del servicio estarán libres de barreras de tipo arquitectónico (escalones, rampas con inclinaciones mayores a 18°) y tendrá acceso directo de ambulancias. En caso de que la Unidad de Rehabilitación no se encuentre en la planta baja, deberá disponer de rampas y/o elevadores amplios para el acceso de pacientes en sillas de ruedas y problemas de desplazamiento considerables. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

### **7.2.3 Áreas y locales que conforman los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación**

Para la mejor funcionalidad y operatividad del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, se consideran ciertas áreas y locales en específico, para los cuales existen normas y criterios [1,2, 3, 4] en cuanto a la medida de espacios, ancho de puertas, corredores, entre otros. Dichas áreas y locales son las siguientes:

- a)** Espera y Control de Pacientes
- b)** Espacio para camillas y sillas de ruedas
- c)** Consultorio de Fisiatría
- d)** Consultorio de Psicología
- e)** Jefatura
- f)** Electroterapia
- g)** Hidroterapia
- h)** Mecanoterapia

- i) Terapia Ocupacional
- j) Estación de terapeutas
- k) Depósito de Equipos y Materiales
- l) Colocación de férulas y yesos
- m) Vestidores y servicios sanitarios para pacientes
- n) Vestidores y Servicios sanitarios para personal
- o) Cuarto de Limpieza
- p) Cuarto Ropa Limpia y sucia

**a) Espera y control de pacientes**

Contará con una capacidad adecuada a la magnitud del Departamento, que albergue como mínimo de 10 a 20 personas, tomando en cuenta que las personas en espera serán solamente 10 con un acompañante. También deberá tomarse en cuenta un ambiente de Recepción y Control donde exista un Archivo Clínico de pacientes. Su área se considera de 24.00 m<sup>2</sup> junto con el puesto de control, el cual contará con un espacio mínimo de 6.2 m<sup>2</sup>. Esta debe poseer espacio suficiente para el acceso de forma directa desde el exterior para personas que lleguen a pie, silla de ruedas y camilla. En la entrada, sala de espera, pasillos o circulaciones, se deben disponer pasamanos a una altura de 0.90m y 0.75 del nivel del suelo. Las rampas para cambio de nivel de piso, deben poseer dimensiones mínimas de 1.00 m de ancho, pendiente no mayor de 8.0% para una altura de cera de de 0.16 m, con acabado antideslizante.[1,2,4,6]

**b) Espacio para camillas y sillas de ruedas**

Debe encontrarse cerca del puesto de control, en un lugar abierto hacia la circulación general del departamento, se tendrá espacio para estacionar sillas de ruedas o camillas que puedan usarse, tanto para pacientes internos como externos, los cuales esperan ser atendidos en su tratamiento. Espacio mínimo 4 m<sup>2</sup> [4]

**c) Consultorio de Fisiatría**

Tendrá puerta directa a la sala de espera y otra hacia el interior del ambiente, o bien solamente esta última, controlada por la recepcionista. Poseerá un espacio mínimo de 11.2 m<sup>2</sup>. Para el caso de puertas, estas no deben poseer un ancho menor a 0.90 m. y los espacios entre pasillos no menores de 1.50 m. Estas medidas de puertas y pasillos aplican para todos los lugares dentro del ambiente.[2,4,6]

**d) Consultorio de Psicología**

Tendrá relación directa con el consultorio de fisiatría, estará igualmente relacionado con recepción. Poseerá un espacio mínimo de 11.2 m<sup>2</sup>. Ancho de puertas no menor a 0.90 m. y los espacios entre pasillos no menores de 1.50 m. [2, 4, 6]

**e) Jefatura**

Es en un local donde se cumplen actividades administrativas técnicas y de carácter general, por lo que se debe ubicar entre las áreas administrativas y técnicas. Por las funciones de atención a médicos, se necesita localizar cerca del acceso general y evitar el tránsito en el área operativa. Se debe ubicar cerca del Archivo. Se le debe de proporcionar cierta privacidad. Área mínima de 15 m<sup>2</sup> [4]

**f) Electroterapia**

Este Servicio contará con cubículos separados, para los Rayos Infrarrojos, Ultravioletas, Diatermia, Corriente Galvano-Farádica. Cada cubículo tendrá una área no menor de 6.00 m<sup>2</sup> [1].

**g) Hidroterapia**

En este Servicio se contará con cubículos para Tanques de Remolino, de miembros superiores, inferiores y de cuerpo completo, y así como la Tina Hubbart. Cada cubículo tendrá un área mínima de 6.00 m<sup>2</sup>. [1,3].

#### **h) Mecanoterapia**

Se dispondrá de un ambiente o pequeño Gimnasio cuyas dimensiones estarán en relación a la cantidad de pacientes que se esperan tratar para cada terapia, se dispondrá de espejos en lugares convenientes para que los propios pacientes observen sus ejercicios. El área para un Gimnasio pequeño no deberá ser menor de 40.00 m<sup>2</sup>; en hospitales con mas de 150 camas se tendrá un área de 72.00 m<sup>2</sup> como mínimo [1].

#### **i) Terapia Ocupacional**

Consiste generalmente en diversas labores manuales, el área a utilizar estará de acuerdo con el mobiliario que fundamentalmente consiste en mesas de trabajo y sillas además tendrá un depósito para guardar los materiales. El área de Terapia Ocupacional en hospitales con menos de 50 camas será de 24.00 m<sup>2</sup>, con más de 50 camas 30.00 m<sup>2</sup> y con más de 150 camas 42.00 m<sup>2</sup>., mas de 200 camas el área no será menor de 63 m<sup>2</sup> [1]

#### **j) Depósito de Equipos y Materiales**

Es un espacio destinado a guardar y controlar el material utilizado en el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación. Área mínima de 7 m<sup>2</sup>[4]

#### **k) Vestidores y Servicios Sanitarios para pacientes**

Se dispondrán de vestidores equipados con casilleros y bancos, para ambos sexos, en los cuales puedan cambiarse la ropa los pacientes cuyo tratamiento así lo requiere y en un local adjunto a cada vestidor, se tendrán servicios sanitarios con inodoro, labavos y regaderas, en número apropiado para el tamaño del departamento. La medida mínima para sanitarios será de 4.7 m<sup>2</sup> y 3.3 m<sup>2</sup> para vestidores. El ancho de puertas no debe ser menor a 0.90 m. Los sanitarios deben contar con barras de apoyo horizontal, con forma anatómica, de 0.90 m de longitud, colocadas en ambos lados en la pared lateral; con una distancia máxima del eje del inodoro a la pared de 0.50 m,

colocadas entre 0.70 m y 0.90 m del nivel de piso, separadas 0.05 m del muro. El inodoro con asiento, debe tener 0.50 m de altura sobre el nivel del piso el cual esta considerado para que pueda ser usado por pacientes con discapacidad. Los mingitorios deben encontrarse a una altura de 0.90 m del nivel del piso, con barras de apoyo verticales rectas, ubicadas sobre pared posterior a ambos lados del mingitorio [2, 4, 6]

**l) Colocación de Yesos y férulas**

En este espacio se ubicaran los utensilios para la colocación de yesos y férulas, debe tener un área mínima de 6 m<sup>2</sup>. [2,4]

**m) Vestidores y Servicios Sanitarios para personal**

Aparte de los sanitarios de los pacientes, se tendrán sanitarios para el personal, con inodoro y lavabo con medidas mínimas de 4.7 m<sup>2</sup> para sanitarios y 3.3 m<sup>2</sup> para vestidores. Las especificaciones en cuanto a medidas, son las mismas que han sido desarrolladas en el literal anterior. [2,4]

**n) Cuarto de Limpieza**

Se dispondrán cuartos de aseo agrupados con los sanitarios del público y si es posible con la entrada por el sanitario de hombres para evitar que la puerta abra directamente hacia las circulaciones del público. También es conveniente tener un cuarto de aseo en la parte correspondiente a los sanitarios del personal, su área mínima será de 4.7 m<sup>2</sup>[4]

**o) Cuarto Ropa Limpia**

Sirve para depositar la ropa, sábanas y toallas limpias usadas en los tratamientos, contará con espacio para estantes y la medida mínima será de 4.7 m<sup>2</sup> [4]

**p) Cuarto Ropa Sucia.**

Sirve para depositar la ropa, sábanas y toallas usadas en los tratamientos, la medida mínima será de 4.7 m<sup>2</sup> [4]

A continuación se muestra en la Tabla 7.1 un resumen con las medidas para cada una de las áreas que conforman los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, junto con los criterios referidos a tipo de pisos, paredes, plafón, iluminación, aire Instalaciones eléctricas y especiales, todos estos sugeridos por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) [1]

Áreas	Dimensiones	Pisos	Paredes	Plafón o Techo	Iluminación	Aire	Instalaciones Eléctricas	Instalaciones Especiales
Sala de espera	24 m <sup>2</sup>	Losetas para tránsito constante	Concreto o material prefabricado	Falso, material decorativo	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Recepción	9.3 m <sup>2</sup>	Losetas para tránsito constante	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	N/A	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Camillas y sillas de ruedas	5.6 m <sup>2</sup>	Losetas para tránsito constante	Concreto o material prefabricado	Falso, material decorativo	Fluorescente	N/A	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Consultorio fisioterapia	11.2 m <sup>2</sup> c/u	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Jefatura	11.2 m <sup>2</sup>	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Consultorio Psicología	11.2 m <sup>2</sup>	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Electroterapia	6 m <sup>2</sup> c/u	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Hidroterapia	6 m <sup>2</sup> c/u	Duro, tipo loseta y antideslizante	Concreto o Material resistente a la humedad	Falso, colocación en seco	Fluorescente	N/A	Toma corriente polarizado e interruptor	Planta de tratamiento de agua/ Agua fría y caliente

Mecanoterapia	40 m <sup>2</sup>	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Terapia ocupacional	25 m <sup>2</sup>	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material lavable prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Deposito de equipos y materiales	10 m <sup>2</sup>	Losetas para transito constante	Concreto o material prefabricado	Falso, material decorativo	Incandescente	N/A	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Vestidores pacientes y personal	3.3 m <sup>2</sup>	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Servicios sanitarios pacientes y personal	4.7 m <sup>2</sup>	Duro, tipo loseta y antideslizante	Concreto o Material resistente a la humedad	Falso, resistente a la humedad	Incandescente	Extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Colocación de férulas	6 m <sup>2</sup>	Semiduro, tipo loseta	Concreto o material prefabricado	Falso, colocación en seco	Fluorescente	Inyección y extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A
Cuarto de limpieza, ropa limpia y sucia	2 m <sup>2</sup>	Duro, tipo loseta y antideslizante	Concreto o Material resistente a la humedad	Falso, resistente a la humedad	Incandescente	Extracción	Toma corriente polarizado e interruptor	N/A

**Tabla 7.1:** Resumen criterios de diseño para ambientes de Medicina Física y Rehabilitación

### **7.2.4 Criterios de Aire Acondicionado**

Los sistemas de acondicionamiento de aire tienen por finalidad que el aire que circula en los locales tenga las óptimas condiciones de higiene, temperatura y humedad relativa para la comodidad y salud del ser humano y del equipo que está instalado en el local.

Las características que debe cumplir el Aire Acondicionado para una ambiente de Medicina Física y Rehabilitación son:

- a)** Restringir el movimiento de aire entre el interior y los departamentos que están en los alrededores.
- b)** Ventilación y filtración para diluir y remover la contaminación en la forma de olores y microorganismos aéreos.
- c)** Temperatura y humedad de acuerdo a los requisitos necesarios para el equipo.

El Aire recirculado es ventajoso también en función de la mala calidad del aire exterior y del ahorro energético. Los factores importantes a tomar en cuenta en la calidad del aire son:

- a)** Localización de la entrada de aire del sistema de ventilación o de acondicionamiento de aire.
- b)** Las entradas no deben estar en el piso o muy cerca de él, o en la cercanía de las evacuaciones de otros sistemas de áreas adjuntos.

Entre los criterios de diseño que se deben tomar en cuenta para el aire acondicionado se tienen:

- a)** Entradas de aire ambiente al menos a 7.62 metros de cualquier salida evacuante que pudiera ser contaminante.
- b)** Es recomendable que las salidas de aire (rejillas de descarga) en las áreas de estudio con pacientes, estén en el cielo falso y que las rejillas de succión se

encuentren a nivel del piso. Esto provee un movimiento del aire limpio hacia abajo a través de las zonas de trabajo y respiración.

- c) La rejilla de succión no debe estar más abajo de 7.6cm del nivel de piso terminado (NPT).
- d) Las relaciones de presiones deben ser consideradas de tal modo de remover 10% menos del aire removido de las áreas aledañas para lograr una presión positiva dentro del local.
- e) Debe haber como mínimo 10 cambios de volúmenes de aire por hora y un renovamiento de 2 volúmenes nuevos por hora.
- f) Todas las salas deberán tener una temperatura que oscile entre 21°C y 24°C (70°F y 76°F).
- g) La humedad relativa debe ser entre un mínimo de 50% hasta un máximo de 60%.

Se recomienda, tomando en cuenta los criterios de diseño anteriores, que el aire que se encuentre en estos ambientes sea del tipo Shiller o un Split, en caso de que se tenga otro tipo de aire instalado, este se debe adecuar en gran medida a los criterios de diseño citados anteriormente.

Algunos de los componentes del sistema de aire son los Filtros HEPA, que suministran una calidad de aire libre de contaminación bacteriana, ya sea que se utilice aire del exterior o recirculado. La eficiencia para controlar las bacterias dependerá de la calidad de mantenimiento que tenga este sistema, pero se recomienda que sea mayor del 70%.

### **7.2.5 Criterios de Iluminación**

El objetivo de diseñar ambientes de trabajo adecuados para los cubículos de Medicina Física y Rehabilitación no es proporcionar simplemente luz, sino permitir que las personas reconozcan sin error lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse. La luminosidad depende de ciertos factores, entre los que están:

- a) Tamaño del objeto con el que se trabaja.
- b) Distancia a los ojos.
- c) Persistencia de la imagen.
- d) Intensidad de la luz.
- e) Color de los instrumentos de trabajo.
- f) Contraste cromático y luminoso con el fondo.

Para el trabajo en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación se utilizan tres tipos de iluminación artificial:

**a) Iluminación general**

Es donde las luminarias se distribuyen de tal forma que se obtenga una iluminación uniforme en todos los posibles planos de trabajo. La separación entre luminarias no deberá exceder la mitad de la altura de la luminaria por encima de la mesa o del plano de trabajo.

**b) Iluminación general con apoyo de iluminación localizada**

Es en donde se complementa la iluminación general con puntos de luz en lugares concretos en los que se requiere un nivel de iluminación más elevado. Para evitar producir un contraste elevado entre el área pequeña, que requiere una buena visión, y la periferia, se debe establecer que la iluminación general no sea inferior a tres veces la raíz cuadrada de la iluminación localizada requerida, como se ve en la ecuación 7.1, así:

$$I_g \geq 3 \sqrt{I_i} \quad \text{Ecu. 7.1}$$

Donde:

$I_g$  = Iluminación general

$I_i$  = Iluminación localizada

### c) Iluminación general localizada

Cuando se conoce la ubicación de cada cubículo de trabajo, se pueden distribuir las luminarias de forma que se proporcione a cada lugar el nivel de iluminación adecuado, sin que generen problemas de brillos y reflejos. Se deben distribuir las luminarias de forma que la luz incida en el lugar de trabajo de forma lateral.

Cuando se evalúa la iluminación interior alcanzada por diferentes alternativas de diseño de un local, estas deben ser contrastadas con los niveles recomendados para la actividad visual a desarrollarse en el local, de modo que se asegure la realización de esta tarea con eficacia y confort. Estos niveles recomendados para los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, estos se muestran en la tabla 7.2

La norma mexicana [2] establece los niveles de iluminación para los centros de trabajo de tal forma que no sea un factor de riesgo hacia la salud de los trabajadores al realizar sus actividades, estas pueden ser una referencia para los niveles de iluminación de diferentes áreas dentro de un centro de salud, estos valores se muestran en la tabla 7.3

Área	Nivel de Iluminación (Luxes)
Oficina	300
Gimnasio	300
Hidroterapia	300
Terapia Física	300
Terapia Ocupacional	300
Cuarto de aparatos	75

**Tabla 7.2:** Tabla de niveles de iluminación para MFR

Niveles de Iluminación		
Tarea	Trabajo	Iluminación mínima (Luxes)
Flujo, distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos, cubiertos, iluminación de	50
Inspección visual, recuento de piezas, atención al cliente	Áreas de servicio al personal, recepción y despacho, casetas de vigilancia	200
Trabajo de precisión, salas de computo, áreas de dibujo, laboratorios	Distinción clara de los detalles, acabados finos, ensamble moderadamente difícil, captura y procedimiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio	500

**Tabla 7.3:** Tabla de iluminación promedio en diferentes áreas hospitalarias

Si se comparan los lúmenes por unidad de energía consumida, por ejemplo una lámpara fluorescente tubular de 36 watts, el flujo luminoso nominal es de 3200 lúmenes. Por tanto los lúmenes por unidad de energía consumida serán aproximadamente 88.89 lúmenes por watt. Luego, para un cubículo de terapia con un área de 6 m<sup>2</sup>, se tendría que tener una iluminación de 300 Luxes, según la tabla, por lo que se tiene lo siguiente:

$$300 \text{ Luxes} = \frac{\text{Lumen}}{6\text{m}^2} = 1800 \text{ Lumenes}$$

y dado que 40 Watts = 3350 lumenes (Lámpara fluorescente General Electric, modelo T12polylux)

$$\frac{40 \text{ Watts}}{3350 \text{ Lumenes}} = \frac{x \text{ Watts}}{1800 \text{ Lumenes}} \rightarrow X = 21.4 \text{ Watts}$$

Por lo que es recomendable utilizar como mínimo una lámpara de **40 watts**

## **7.2.6 Criterios sobre Instalaciones Vitales**

### **7.2.6.1 Electricidad**

#### **a) Altura de tomacorrientes en Sistema Eléctrico Aterrizado**

En general, el tomacorriente se debe colocar a una altura de 0.40 m., sobre el nivel de piso terminado (NPT) para el caso de oficinas, consultorios de fisioterapia, áreas de Mecanoterapia, Terapia ocupacional y servicios generales. Para el caso de los cubículos de electroterapia e Hidroterapia se manejará una altura de 0.90 m., en electroterapia debido a un criterio principalmente ergonómico (ya que la mayoría del mobiliario oscila por esta medida, lo que facilita la conexión/desconexión de los mismos), y en Hidroterapia se utilizará debido a normas de protección contra descargas. Dicha altura debe quedar entendida en los planos con una nota general. Cuando sea necesario diseñar un tomacorriente a un nivel distinto de los anteriores, de acuerdo con las indicaciones del diseñador o de las guías mecánicas, se debe anotar la altura en cada caso.

#### **b) Sistema Eléctrico Aterrizado con equipos de protección de falla a tierra.**

Este sistema de protección debe ser instalado en locales considerados "Locales húmedos", para el caso de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, el área por excelencia que deberá tomar en cuenta la instalación de sistemas de protección de falla a tierra, es Hidroterapia. El artículo 517 de la norma NOM-001-SEDE-1999 del IMSS, habla al respecto de los lugares húmedos así:

- i. Locales húmedos:** Son las áreas de atención y asistencia normalmente sujetas a condiciones de humedad mientras está presente el paciente. Estas áreas incluyen agua estancada en el piso o en el área de trabajo que rutinariamente está empapada o mojada, si algunas de las condiciones antes mencionadas están relacionadas íntimamente con el paciente o con el personal, estos lugares serán considerados locales húmedos. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un local húmedo.

Debido a lo antes mencionado el mismo artículo recomienda:

- Todos los tomacorrientes y equipo fijo dentro del local húmedo, es este caso Hidroterapia, deben tener una protección para el personal con interruptor de circuito por falla a tierra, si la interrupción de energía bajo condiciones de falla puede ser tolerada; cuando esta interrupción no sea tolerada, la alimentación debe ser por un sistema de energía aislado.

### **c) Protección de circuitos**

- i.** En caso de cargas específicas y definidas, la protección y los conductores deben calcularse de acuerdo a la misma.
- ii.** La carga instalada por circuito no debe exceder de 1600 watts.
- iii.** Cada uno de los circuitos debe protegerse en el tablero de zona correspondiente con un interruptor automático calculado de acuerdo a la carga del circuito aplicando los factores correspondientes.
- iv.** Para el cálculo de los alimentadores de las cargas a conectar en los tomacorrientes, se debe considerar un factor de potencia de 0.9.

#### **7.2.6.2 Agua**

Las instalaciones de agua de la unidad de Medicina Física y Rehabilitación, dependen de las instalaciones hidráulicas del hospital y estas instalaciones se dividen en:

- a) Red de agua potable.
- b) Red de agua contra incendio.
- c) Red de desagüe
- d) Red de agua caliente
- e) Consideraciones adicionales

#### **a) Agua Potable**

Las instalaciones de agua potable deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven la potabilidad del agua destinada al consumo humano y que garanticen su suministro.

##### **i. Abastecimiento**

Se efectuará a través de la red pública. Cuando el abastecimiento público no se encuentre en condiciones de prestar servicio adecuado, ya sea en cantidad o calidad, se permitirá el uso de abastecimiento por medio de cisternas, siempre que, tanto la fuente como el tratamiento de potabilización sean satisfactorios.

##### **ii. Distribución**

Las redes de distribución se ubicarán en ductos verticales que permitan su revisión y mantenimiento. En cada área se instalarán puertas en todo lo ancho del ducto y se abrirán hacia los pasadizos y cuartos de aseo.

#### **b) Red de Agua Contra Incendio**

Las redes de agua contra incendio serán proyectadas y ejecutadas de manera que permitan el rápido, fácil y efectivo funcionamiento. Las redes de incendio serán totalmente independientes de las de agua potable. Generalmente las redes contra incendios son utilizadas en áreas como Archivo o recepción, en donde se tiene información importante que se puede perder en caso de incendio.

### **c) Red de Desagüe**

La red de desagüe deberá descargarse al sistema de drenaje del hospital ya existente. Cuando no exista un sistema de alcantarillado pluvial y la red pública haya sido diseñada para recibir aguas servidas únicamente, no se permitirá descargar en ellas aguas lluvias.

### **d) Red de agua caliente**

Un sistema de producción y distribución de agua caliente comprende: el equipo de producción de agua caliente, con o sin tanque de almacenamiento, la red de tuberías de distribución necesarias para alimentar con el gasto, presión y temperatura requeridas para los equipos que requieren este servicio, y la red de retorno de agua caliente cuando la longitud de la red de distribución lo amerite.

Hay que mencionar que en muchas ocasiones la producción y distribución de agua caliente en los ambientes de medicina física puede ser reemplazado por tanques calentadores de agua. Pero esto dependerá estrictamente del flujo de agua caliente necesaria para dar abasto a los requerimientos que se tengan no solo a nivel del ambiente, sino también del hospital.

### **e) Consideraciones adicionales:**

Dado la existencia de los equipos del área de hidroterapia, estos requieren que los tomas de agua se encuentren en buenas condiciones, además es necesario al momento del diseño del área de hidroterapia en los ambientes de medicina física y rehabilitación, tener en cuenta ciertos factores:

- i.** El área de Electroterapia no debe estar cerca del área de Hidroterapia, debido a que Electroterapia es un área en donde se manejan corrientes eléctricas e Hidroterapia es un área considerada como húmeda, su localización una de otra debe ser lo mas lejana posible.

- ii. La tubería de agua debe ser de diámetro aproximado al consumo (para el caso de Hidroterapia).
- iii. Conexión a drenaje
- iv. Desagüe al piso. Las tinas de hidroterapia deberán tener un sistema de desagüe de doble vía, para drenar al sistema de aguas negras el agua empleada en pacientes con lesiones dérmicas y al sistema de aguas grises para su tratamiento de filtrado y calentamiento el agua que se haya empleado en el tratamiento de pacientes con la piel sana e intacta
- v. Toma de agua fría
- vi. Toma de agua caliente
- vii. Evaluar la conveniencia de que las tinas de miembros superiores e inferiores sean fijas o móviles
- viii. La toma de agua, de drenaje e incluso las instalaciones eléctricas de esta área se deben tener de acuerdo a la guía mecánica que proporciona el proveedor de los equipos que corresponden a hidroterapia.

### **7.2.7 Criterios especiales para la uso de Diatermias**

Existen ciertos criterios especiales para la utilización e instalación de Diatermias en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, estos han sido planteados en el "Manual de Protección Radiológica para Radiaciones no Ionizantes" elaborado por el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) [4]. En este se plantean ciertos factores a tomar en cuenta para garantizar la seguridad tanto del personal potencialmente expuesto así como la de pacientes.

#### **7.2.7.1 Instalaciones de Diatermias**

La instalación donde se utilice debe estar libre de materiales inflamables como gases, anestésicos inflamables, si estos se encuentran presentes existe la posibilidad de que se produzca una explosión.

Cada diatermia debe tener su propio local con dimensiones mínimas de 8 m<sup>2</sup>. Si existe más de un equipo en un área particular, la distancia mínima entre equipos debe ser de 2 m.

#### **7.2.7.2 Materiales Metálicos**

Las instalaciones donde se encuentren colocados equipos de diatermia no deben contener materiales metálicos ya que debido a las intensidades altas de los campos electromagnéticos desarrollados en el área, existe la posibilidad que se puedan producir quemaduras en la persona que los toca por corrientes inducidas en ellos.

El área debe cumplir con:

- a)** Ventilación adecuada
- b)** Disponer de una temperatura estable (aire acondicionado)
- c)** Que no existan otras fuentes de calor como radiadores o conductos de aire, ni sometido a la acción de la luz solar directa
- d)** Libre de polvo
- e)** Libre de vibraciones mecánicas
- f)** No usar en habitaciones húmedas como en salas de hidroterapia

#### **7.2.7.3 Señalizaciones para equipos de Diatermias**

Cada instalación de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación en donde se apliquen tratamientos de terapia de radiación no ionizantes debe de desplegar rótulos indicativos al respecto de la radiación utilizada. La señalización debe estar orientada a:

- a)** Mujeres en estado de embarazo
- b)** Permanencia de personas ajenas en áreas de tratamiento
- c)** Prohibida la permanencia de niños en área de Diatermia como acompañantes.
- d)** Señales indicadoras de área de radiación

#### **7.2.7.4 Accesos Restringidos**

Este lugar no debe ser utilizado como paso hacia ningún lugar. Los campos electromagnéticos de los equipos de diatermia son intensos y existe la posibilidad de que el paso de personas puede producir accidentes incluso mortales, debido a que estas personas pueden llevar prótesis, objetos metálicos, marcapasos, etc.

#### **7.2.7.5 Exclusividad del área.**

El local donde están colocados los equipos debe ser exclusivo para este fin y no deben de estar otro tipo de equipos, ni este debe ser utilizado para otros fines.

#### **7.2.7.6 Alimentación eléctrica**

La alimentación eléctrica existente dentro del área de Diatermias no diferirá del resto del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, es decir, se utilizará la misma alimentación suministrada por la red Hospitalaria para el caso de instalaciones generales, es decir, voltaje de 110 a una frecuencia de 60 Hz.

### **7.3 Estudio sobre la situación actual de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación a nivel nacional.**

El estudio sobre los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación a nivel nacional, tuvo su desarrollo en el Departamento de Fisioterapia del Hospital Nacional Dr. Juan José Fernández (Hospital Zacamil) y en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS). Para estos se investigó su organización, procedimientos administrativos, distribución arquitectónica, situación ambiental, flujos existentes, interrelaciones así como las tecnologías actualmente utilizadas (marca y modelo). Los datos recopilados tienen como fin contribuir al desarrollo de una Unidad de Medicina Física y Rehabilitación prototipo, la cual contenga criterios de diseño adaptados a la realidad Salvadoreña,

pero que a su vez se tomen en cuenta criterios o normas sugeridas por entidades internacionales con experiencia en el campo.

### **7.3.1 Hospital Nacional Dr. Juan José Fernández “Zacamil”**

En Abril de 1991 se inicia la construcción y equipamiento de El Hospital Nacional “Dr. Juan José Fernández” conocido mayormente como Hospital Nacional Zacamil. Este fue catalogado como Hospital General con capacidad de 150 camas, ubicado en la colonia Zacamil, Mejicanos (al norte de la ciudad capital) con un costo de \$6, 587,142.00 dólares donados por la Unión Europea.

Hoy en día ha ampliado su capacidad a 260 camas debido a su gran demanda. Su distribución arquitectónica es del tipo horizontal y el sector poblacional donde se encuentra ubicado es de aproximadamente medio millón de habitantes.

El departamento de Terapia Física o Fisioterapia, inicio sus actividades en Enero de 1994 con la contribución para su puesta en marcha de la Unión Europea. Estos brindaron todo el equipamiento así como el mobiliario existente, y a pesar de no poseer un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación que cumpla con los criterios de diseño, lucha por brindar un servicio de calidad con los pocos recursos que se poseen.

A continuación se mostrará como esta conformado dicho ambiente a nivel no solo organizacional, sino también en cuanto a flujos, recursos humanos, equipamiento, entre otros factores de importancia dentro del funcionamiento del mismo.

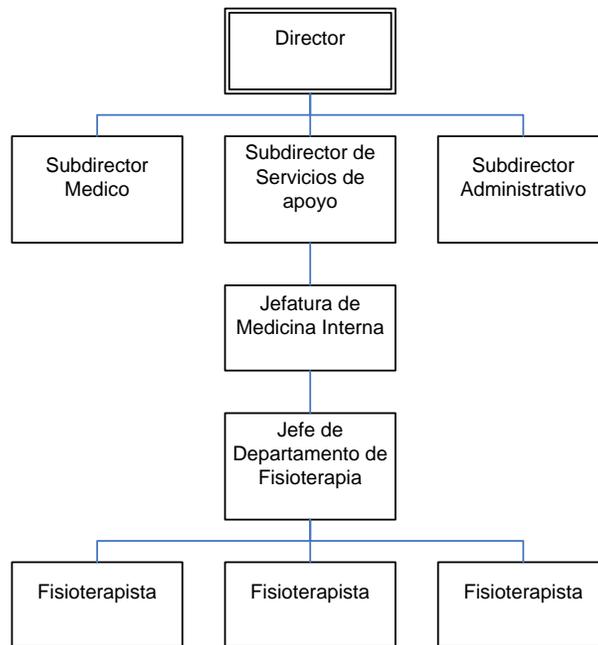
#### **7.3.1.1 Organización.**

El Departamento de Fisioterapia se encuentra relacionado de forma directa con el Departamento de Medicina Interna del Hospital Zacamil y de forma secundaria con Servicios de Apoyo, como se ve en la figura 7.3, ello debido a que el área es considerada como un servicio que contribuye en patologías

que en muchas ocasiones son consecuencia de padecimientos previos, lo que permite su inclusión dentro de la Medicina Interna.

La finalidad principal del Departamento de Fisioterapia, es buscar la restauración máxima de la persona con discapacidad, de forma tanto física como vocacional. Para ello utiliza actividades y acciones ambulatorias especializadas para la prevención, diagnóstico, tratamiento y recuperación, con cierto grado de complejidad técnica y especialidad profesional. Las cuales van dirigidas tanto a pacientes de consulta externa como de Hospitalización. Entre las funciones del Departamento de Fisioterapia se tiene:

- a)** Contribuir con la prevención de la discapacidad y con la detección temprana.
- b)** Establecer un diagnóstico del problema de discapacidad en el área que le corresponde.
- c)** Programar y realizar la atención de las personas con discapacidad.
- d)** Coordinar acciones con los propios servicios del hospital y con los de fuera del sector.
- e)** Referir y aceptar contrarreferencia.
- f)** Brindar apoyo a las otras especialidades.
- g)** Participar en la Docencia Medica de Pre y Postgrado



**Figura 7. 3:** Organigrama del Departamento de Fisioterapia del Hospital Zacamil.

El Departamento de Fisioterapia del Hospital Zacamil, cuenta en la actualidad, con un jefe de Servicio y tres terapistas de planta, aunque en muchas ocasiones se recurre a buscar recursos por parte de las Universidades que imparten las carreras de Fisioterapia mediante el cumplimiento de los servicios sociales. El horario de atención del Departamento es de Lunes a Viernes de 8:00 de la mañana a 4:00 de la tarde. En dicho horario se brinda atención a pacientes de Consulta externa, Hospitalización y Emergencia, dándose un caso particular para hospitalización, ya que para prestar el servicio a dichos pacientes, se recurre al traslado del terapeuta al área de hospitalización. Para tal caso se recurre a enviar un terapeuta de 8 de la mañana a 12 del mediodía, y este se reincorpora a las actividades normales dentro del Departamento a la 1 de la tarde. Dicha terapeuta permanece en ese turno por un lapso de 2 meses. En dicha actividad solo participan las 3 terapistas de planta, manteniéndose siempre dentro del Departamento la jefe de Fisioterapia.

### **7.3.1.2 Funciones del Servicio de Fisioterapia del Hospital Nacional Zacamil**

Entre las funciones principales que realiza cada uno de los miembros que componen el Departamento de Fisioterapia, se tiene:

#### **a) Jefe del Departamento de Fisioterapista.**

- i.** Coordinar el funcionamiento del departamento en las diferentes áreas de atención: referencias de hospitalización, consulta externa, visita domiciliar y otros.
- ii.** Verificar la eficacia y eficiencia del personal.
- iii.** Supervisar, orientar y evaluar el desempeño laboral del personal bajo su mando haciendo que con ello se cumpla las tareas asignadas a cada uno de los empleados.
- iv.** Asistir a su jornada normal de lunes a viernes con 8 horas de trabajo.
- v.** Elaborar el informe del sistema gerencial.
- vi.** Llevar datos estadísticos diarios de la producción de cada terapeuta.
- vii.** Velar por el buen uso del equipo y mobiliario.
- viii.** Velar por la buena utilización y consumo adecuado de los insumos para que sean aprovechados, evitando el desperdicio y maximizando su utilización.
- ix.** Estar pendiente del mantenimiento preventivo y correctivo del equipo.
- x.** Informar a mantenimiento de los desperfectos o correcciones que se necesitan hacer.
- xi.** Coordinar con otros jefes de áreas actividades para brindar un buen servicio.
- xii.** Proporcionar información requerida por la dirección o subdirectores.
- xiii.** Realizar pedidos de insumos a almacén, farmacia o mantenimiento según corresponda.

- xiv.** Hacer órdenes de compras de insumos.
- xv.** Solicitar cotizaciones a diferentes suministros.
- xvi.** Elaborar planes de trabajo mensual y anual.
- xvii.** Realizar actividades propias de fisioterapeutas para la atención de pacientes.
- xviii.** Llevar los controles internos de extensión de citas para inicio de fisioterapia y los subsecuentes.
- xix.** Velar por el cumplimiento de metas y objetivos planeadas en las evaluaciones de cada paciente.
- xx.** Presidir reuniones administrativas con el personal para discusión de casos o exposición de temas u otros.
- xxi.** Llevar un control de asistencia diaria de pacientes atendidos.
- xxii.** Asignarles pacientes específicos a los fisioterapeutas.
- xxiii.** Evaluar las referencias y contrarreferencias tanto de la red de salud pública y otras instituciones.

**b) Fisioterapeuta encargada del área de pacientes encamados u hospitalizados.**

- i.** Brindar atención a pacientes encamados de acuerdo a su diagnóstico y situación de salud.
- ii.** Atender a diario a todos los pacientes referidos mientras se encuentren hospitalizados.
- iii.** Evaluar al paciente.
- iv.** Trazar un plan de tratamiento, con objetivos o metas para cada paciente.
- v.** Firmar el expediente clínico cada vez que atiende al paciente.
- vi.** Anotar condición de evolución.
- vii.** Coordinar con médicos de staff las acciones a tomar para la evolución del paciente.

- viii.** Brindar orientación a la familia del paciente en cuanto a su tratamiento en casa, la movilización.
- ix.** Llevar un control de asistencia diaria de pacientes atendidos.
- x.** Preparar temas o discusiones de casos para exponerlas en reunión administrativa del departamento.
- xi.** Apoyar a fisioterapeutas en el departamento para atender pacientes de consulta externa cuando fuera necesario.
- xii.** Atender pacientes en el departamento, cuando el horario lo permita y la demanda de pacientes encamados sea menor.
- xiii.** Realizar actividades de fisioterapeuta de consulta externa.
- xiv.** Ayudar en el sistema de información general.

**c) Fisioterapeuta encargada de atender a pacientes de consulta externa**

- i.** Dar citas a los pacientes para iniciar tratamiento.
- ii.** Evaluar al paciente.
- iii.** Determinar plan de tratamiento con objetivos o metas en fichas de evaluación.
- iv.** Realizar el tratamiento establecido utilizando aparatos o aditamentos según convenga.
- v.** Extender tarjeta de asistencia, plasmando hora y día de atención.
- vi.** Entrenar a la familia para el tratamiento en casa del paciente.
- vii.** Arreglar el área de trabajo.
- viii.** Velar por el buen uso de los equipos e insumos.
- ix.** Orientar al paciente y a la familia en cuanto a la evolución.
- x.** Realizar notas de evolución.
- xi.** Realizar exámenes de goniometría y examen muscular según sea el caso.
- xii.** Coordinar planes de tratamiento con médicos o especialistas.
- xiii.** Realizar referencias y contrarreferencias a otros hospitales.

- xiv.** Acudir a visitas domiciliarias cuando sea requerida.
- xv.** Atender a pacientes del área de hospitalización cuando sea necesario.
- xvi.** Ayudar en el sistema de información gerencial.
- xvii.** Llevar un control de asistencia diaria de pacientes atendidos.
- xviii.** Preparar temas o discusiones de casos para exponerlas en reunión administrativa del departamento.

### **7.3.1.3 Procedimientos administrativos**

El departamento de Fisioterapia al igual que los otros servicios que componen el Hospital Zacamil, posee manuales de procedimientos, estos manuales contribuyen a la mejora de la calidad de los servicios prestados a los pacientes que son atendidos dentro de la misma, esto debido a que se unifican los procesos en la unidad y se disminuye incluso los tiempos en que un nuevo recurso nuevo comprende las actividades ahí realizadas.

Hay que mencionar que dentro de los manuales de procedimientos se encuentran los procesos realizados tanto a nivel administrativo, es decir, recepción de pacientes de otros hospitales, consulta externa, Hospitalización y pacientes que pasan por primera vez (Tablas de la 7.4 a 7.7), así como los procesos para la aplicación de las terapias mayormente ofertadas (Tablas de la 7.8 a 7.11).

Con base a lo anterior, los objetivos principales de la creación y utilización de manuales de procedimientos en el Departamento de Fisioterapia del Hospital Zacamil, son:

- a)** Que cada Fisioterapeuta conozca los pasos a seguir para dar un tratamiento.
- b)** Que el Fisioterapeuta comprenda sus actividades diarias específicas.

<b>Manual de Procedimientos para la recepción de referencias de Fisioterapia de Unidades de Salud y otros Hospitales Nacionales</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Paciente o familiar	Presentar la referencia de fisioterapia firmada por el médico y sellada por la institución que refiere
2	Terapista	Le indica al paciente, pasar a la subdirección para la autorización de la terapia
3	Subdirector	Autoriza, firma y sella la referencia
4	Paciente o familiar	Presenta referencia sellada por el subdirector
5	Terapista	Anota en el libro de citas, la hora y el día que iniciara su tratamiento, previamente de acuerdo al paciente
6	Terapista	En el reverso de la referencia anota el día y la hora de tratamiento
7	Terapista	Se le dan instrucciones generales

**Tabla 7.4:** Recepción de pacientes de otros Hospitales y Unidades de Salud

<b>Manual de Procedimientos para la recepción de referencias a Fisioterapia de consulta externa y/o pacientes que hubieran perdido su cita previa</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Paciente o Familia	Presentar la referencia de fisioterapeuta firmada por el médico
2	Fisioterapista	Anota en el libro de citas la hora y el día en que inicia su tratamiento, planeamiento de acuerdo con el paciente
3	Fisioterapista	En el reverso de la referencia el día y la hora del tratamiento
4	Fisioterapista	Se le dan instrucciones generales

**Tabla 7.5:** Recepción pacientes de consulta externa

<b>Manual de Procedimientos para la atención de Referencias de pacientes Hospitalizados</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Médico, Enfermera y personal de servicio	Llevar referencia, al departamento de Fisioterapia firmada y sellada por medico, especificando servicio y numero de cama
2	Fisioterapista	Recibe referencia, con datos completos y la entrega a fisioterapista encargado de atender a pacientes hospitalizados
3	Fisioterapista	Lee expediente clínico
4	Fisioterapista	Evalúa a paciente realiza tratamiento
5	Fisioterapista	Anota en el expediente clínico resumen de la evaluación del paciente
6	Fisioterapista	Firma el expediente clínico en hoja de indicaciones

**Tabla 7.6:** Recepción pacientes Hospitalización

<b>Manual de Procedimientos para la atención de pacientes por primera vez en el Departamento de Fisioterapia</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Paciente y/o familiar	Paciente presenta al Departamento de Fisioterapia en el día y la hora señalada con anterioridad
2	Terapista	Verifica en el libro de citas el día y la hora anotada
3	Terapista	Le solicita al paciente y/o familiar el recibo de colaboración
4	Terapista	Evalúa al paciente y aplica tratamiento
5	Terapista	Entrega tarjeta de asistencia con días y hora de atención

**Tabla 7.7:** Recepción de pacientes que pasan por primer vez

<b>Manual de Procedimientos para la aplicación de Ultrasonido en el tratamiento en Fisioterapia</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Paciente	Describirse el área a tratar la cual debe estar limpia sin cremas y aceites
2	Fisioterapista	Revisa el área, la cual no debe tener abrasiones, problemas de hongos, ni prendas de metal
3	Fisioterapista	Se le explica al paciente los efectos del tratamiento
4	Fisioterapista	Aplica aceite o pomada de contacto en el área a tratar
5	Fisioterapista	Ajusta tiempo e intensidad en el aparato del ultrasonido y aplica con el cabezal el área a tratar
6	Fisioterapista	Limpia el cabezal y área tratada
7	Fisioterapista	Deja el aparato de ultrasonido en su lugar, limpio y ordenado

**Tabla 7.8:** Procedimiento aplicación Ultrasonido

<b>Manual de Procedimientos para la aplicación de Electroterapia en el tratamiento de Fisioterapia</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Paciente	Descubrirse el área a tratar
2	Fisioterapista	Revisar el área a tratar la cual debe estar limpia, sin áreas abiertas, problemas dermatológicos, ni prendas de metal
3	Fisioterapista	Escoger el tipo de electrodos a utilizar
4	Fisioterapista	Preparar los electrodos, mojando las esponjas y escoger el tipo de corriente a utilizar
5	Fisioterapista	Colocar los electrodos en el área a tratar
6	Fisioterapista	Explicar al paciente los efectos del tratamiento
7	Fisioterapista	Conectar y ajustar corrientes aplicar tratamiento
8	Fisioterapista	Al terminar tratamiento revisar el área
9	Fisioterapista	Ordenar el aparato de electroestimulación

**Tabla 7.9:** Procedimiento aplicación Electroterapia

<b>Manual de Procedimientos para la aplicación de TENS en el tratamiento de Fisioterapia</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Paciente	Descubrir el área a tratar
2	Fisioterapista	Revisar el área a tratar para la cual debe estar limpia sin área cruentas, problemas dermatológicos, ni prendas de metal
3	Fisioterapista	Preparar los electrodos con
4	Fisioterapista	Ajustar el TENS en el tiempo a utilizar y tipo de corriente
5	Fisioterapista	Colocar los electrodos al área a tratar
6	Fisioterapista	Explicarle al paciente los efectos del tratamiento
7	Fisioterapista	Aplicar tratamiento
8	Fisioterapista	Al terminar tratamiento revisar el área y limpiarla
9	Fisioterapista	Limpiar electrodos y guardar el aparato

**Tabla 7.10:** Procedimiento aplicación de TENS

<b>Manual de Procedimientos para la aplicación de compresas frías y calientes en el tratamiento de Fisioterapia</b>		
<b>Paso</b>	<b>Responsable</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
1	Paciente	Descubrirse el área a tratar
2	Fisioterapista	Revisar el área a tratar la cual debe de estar limpia sin área cruentas (se puede aplicar compresas frías cuando ha área cruentas o en cicatrización), problemas dermatológicos y sin prendas de metal
3	Fisioterapista	Envolver las compresas frías con la toalla húmeda y las calientes con toalla seca
4	Fisioterapista	Proteger la piel del paciente con toalla seca, cuando se utilizan compresas caliente
5	Fisioterapista	Colocar las compresas sobre el área a tratar
6	Fisioterapista	Explicarle al paciente los efectos del tratamiento
7	Fisioterapista	Inspeccionar la piel del paciente varias veces durante el tratamiento para evitar quemaduras
8	Fisioterapista	Al terminar el tiempo requerido retirar compresas
9	Fisioterapista	Guardar las compresas en tanque de Hidrocollator o en frizer
10	Fisioterapista	Guardar las toallas

**Tabla 7.11:** Procedimiento aplicación compresas frías y calientes

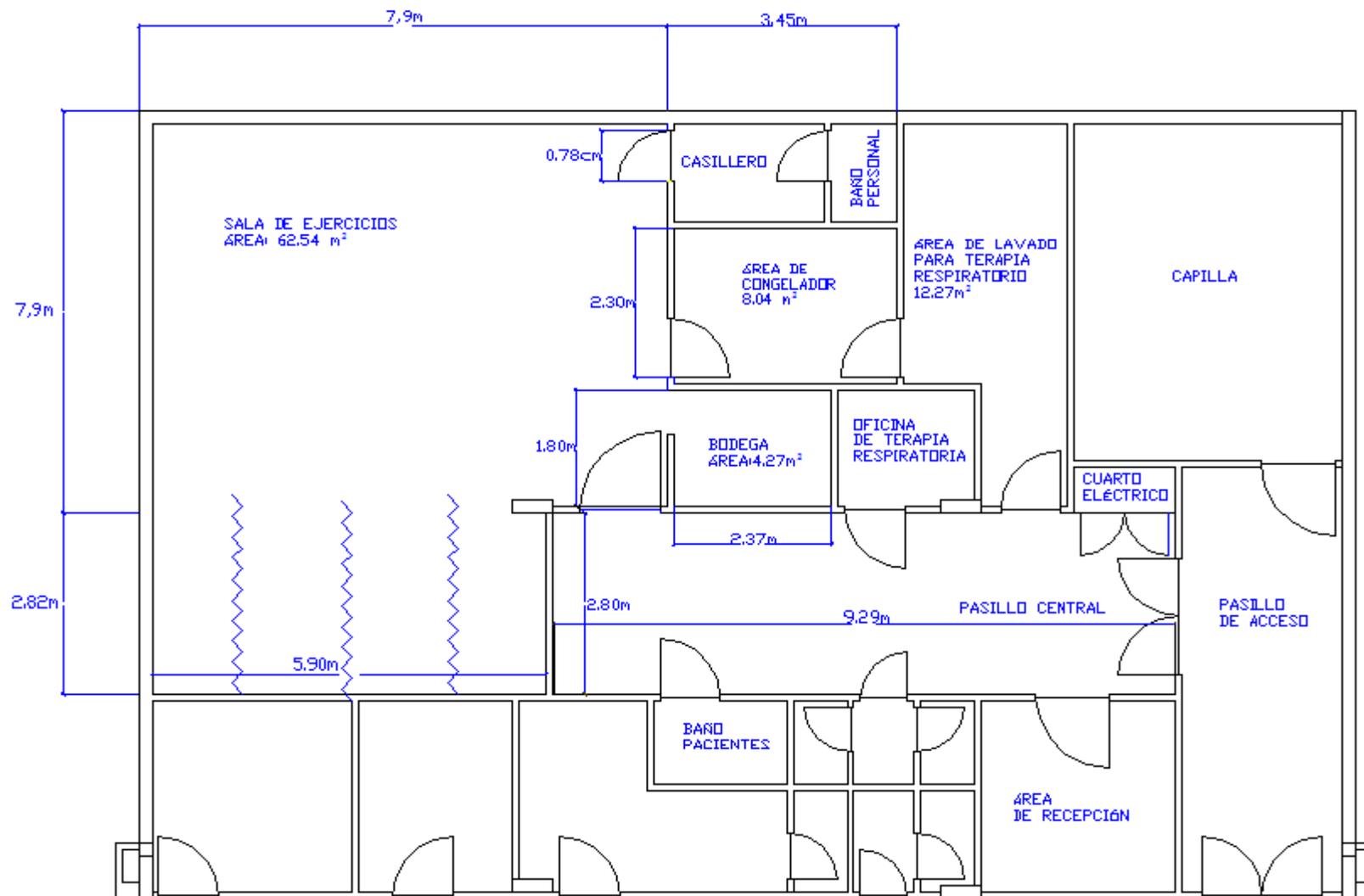
#### **7.3.1.4 Distribución arquitectónica y condiciones ambientales del Hospital Zacamil.**

El servicio de Fisioterapia del Hospital Zacamil esta ubicado en la macro zona de los departamentos de Trabajo social, Servicio de Ultrasonografía y Terapia respiratoria.

Este servicio fue acondicionado a las instalaciones con que ya contaba el hospital, no importando su limitación en cuanto a recursos físicos, humanos y financieros. Ello debido a la demanda poblacional del sector de Mejicanos y sus alrededores. Por tanto no existen áreas definidas como debería ser lo ideal. En el Departamento no se podrá contemplar un área establecida para electroterapia, mecanoterapia o termoterapia, todo el espacio existente (tipo cuadra) es utilizado según la demanda y conveniencia. No se cuenta con un área de Hidroterapia debido a la falta de espacio y de tecnologías. Para brindar cada una de las terapias, los equipos se encuentran fuera de los únicos 4 cubículos existentes (los cuales están separados mediante cortinas), con el fin de movilizarlos en el momento que se necesite determinado tratamiento.

De manera general el servicio cuenta con 2 cuartos, Los cuales se muestran en la figura 7.4, uno de ellos funge como un almacén improvisado para guardar andaderas, yeso, sillas de ruedas, así como papelería. En el segundo se puede ver los tanques de compresas calientes y frías, además de servir como un área de descanso. Posee dos baños (uno para personal y otro para pacientes) y un vestidor. Los baños de pacientes poseen agarraderos según lo recomendado, pero los baños de personal no cuentan con estos.

A manera de resumen se podría decir que el Departamento de Fisioterapia del Hospital Zacamil maneja las características mostradas en la tabla 7.12



**Figura 7.4:** Distribución arquitectónica Departamento de Fisioterapia Hospital Zacamil

<b>Altura de tomas</b>	0.40 m
<b>Iluminación (en Luxes)</b>	236 luxes
<b>Tipo de ventilación</b>	4 Ventiladores de pared
<b>Tipo de paredes</b>	Concreto
<b>Ancho de pasillos:</b>	
<b>Entrada</b>	3 m
<b>Baños</b>	0.5 m
<b>Cuartos</b>	1 m
<b>Tipo de tomacorrientes</b>	Normal. Polarizado
<b>Tipo de piso</b>	Ladrillo de cemento con juntas
<b>Ancho de puertas:</b>	
<b>Entrada</b>	2 m
<b>Baños</b>	1.20 m
<b>Cuartos</b>	1.20 m

**Tabla 7.12:** Características presentes en el Departamento de Fisioterapia

### 7.3.1.5 Flujos existentes en el Hospital Zacamil

Los flujos existentes en el Departamento de Fisioterapia estas conformados por:

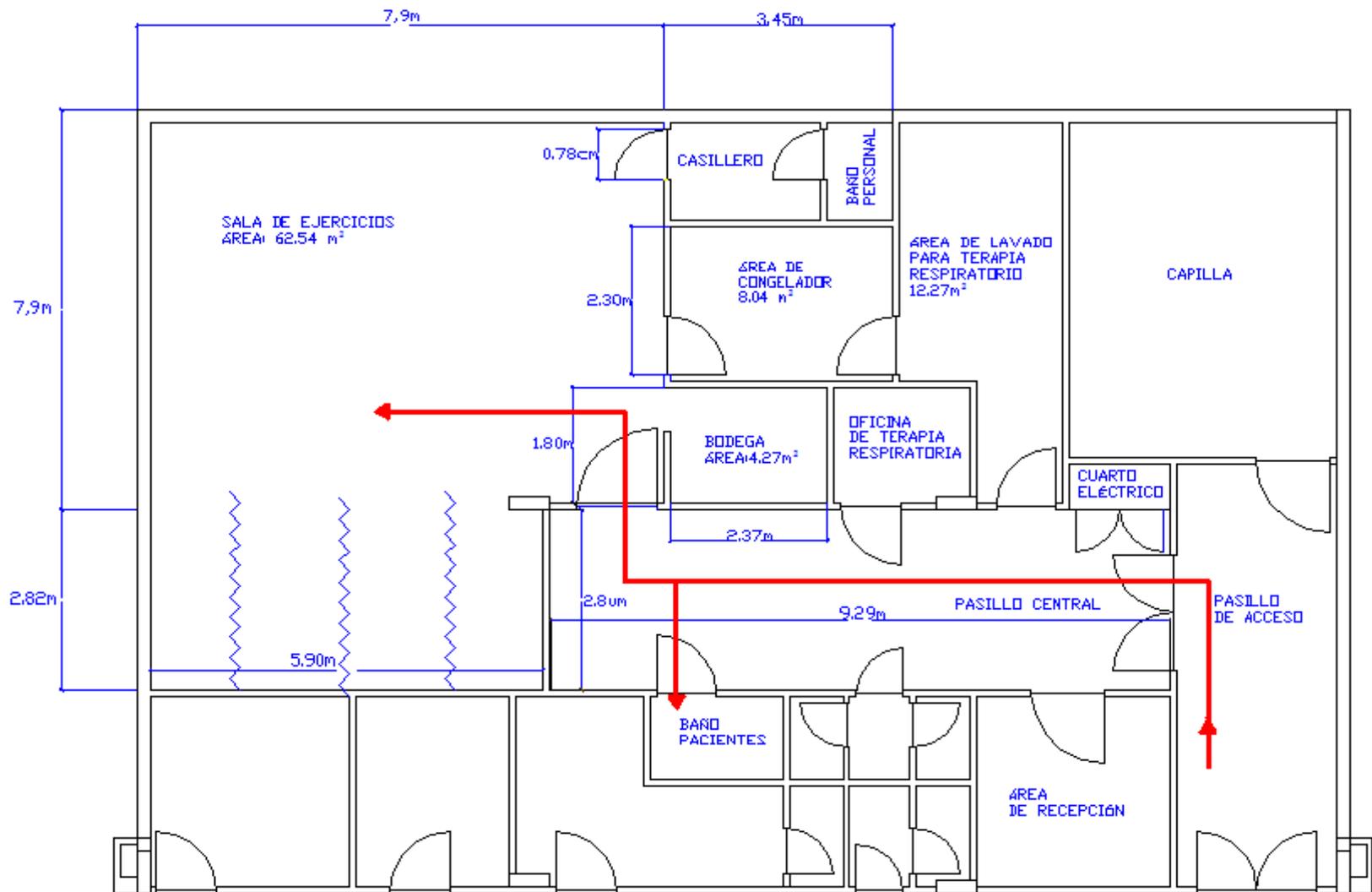
- a) Flujo de pacientes
- b) Flujo de personal
- c) Flujo de personal técnico
- d) Flujo personal de limpieza

A pesar de que se puede identificar los tipos de flujos existentes, ello no significa que sean diferentes uno de otro, es decir, que en el departamento

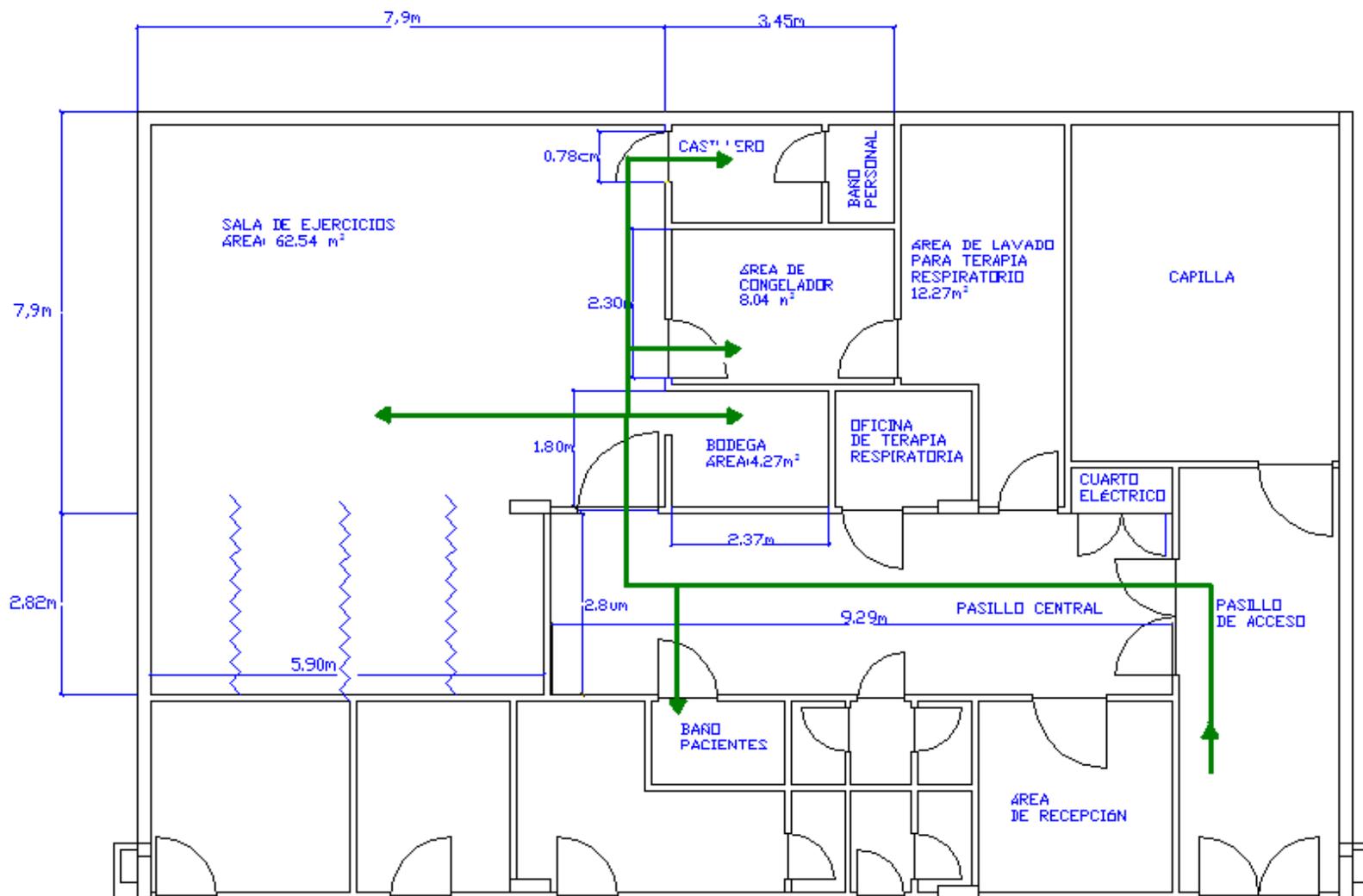
no hay distinciones realmente marcadas entre flujos, esto debido a que no posee un espacio adecuado para poder distinguir de forma clara y segura los espacios, la única diferencia perceptible entre todos los flujos, es el realizado por el paciente, el cual no tiene acceso a la zona de vestidores y baños de personal, espacio de compresas frías y calientes así como bodega. Ello se puede ver en la figura 7.5.

Los flujos de personal del área, de limpieza y de mantenimiento son iguales, sin distinción importante entre uno y otro, y se pueden observar en la figura 7.6

Como se menciona anteriormente, lo que realmente dificulta el que los flujos sean marcados y ordenados, es la falta de espacio, ello contribuye a que en muchas ocasiones se da el cruce de los mismos, esto dificulta las actividades que cada uno de los involucrados desee realizar, disminuyendo por tanto la calidad del servicio que cada uno de estos presta.



**Figura 7.5:** Flujo de pacientes de consulta externa, hospitalización y emergencia



**Figura 7.6:** Flujo de personal, limpieza y técnico

### **7.3.1.6 Interrelaciones Existentes dentro del Hospital Zacamil.**

El Departamento de Fisioterapia por ser un servicio de apoyo dentro del Hospital, posee interrelaciones directas con ciertos servicios que requieren de su contribución constante, los cuales son: Consulta externa, Hospitalización y Emergencia. Cada uno de ellos remite, según sea el caso, a pacientes con diferente tipo de patologías, el 60% de ellas son debido a fracturas, las cuales requieren una cantidad considerable de terapias, el 20 % debido a accidentes cerebro vasculares y lo restante lo conforman lumbalgias, artritis, entre otras. Además de estos servicios, el Departamento también posee interrelación con Psicología y trabajo social, los cuales sin lugar a dudas contribuyen a la mejora del paciente de forma más integral.

### **7.3.1.7 Tecnologías existentes en el Hospital Nacional Zacamil.**

Las tecnologías que están presentes en el Departamento de Fisioterapia se muestran en la tabla 7.13, este equipamiento en su mayoría fue donado por la comunidad Europea y posee un tiempo promedio de existencia de 14 años. Dentro del ambiente hay equipo más reciente, los cuales han sido producto del reemplazo de las tecnologías que fueran asignadas a sus inicios, a pesar de ello aun se cuenta con muchos equipos en buenas condiciones, no importando su antigüedad, los únicos cambios que se les ha realizado a estos, son a nivel de accesorios o piezas sin alto grado de importancia para el funcionamiento del equipo.

Descripción	Marca	Años de existencia	Estado actual	Cantidad
Ultrasonido	ETM U.S.A.2/ Chattanooga Intelect 300	14/6	Funcional	3
Electroestimulador	ETM	14	Funcional	1
Lámpara rayos infrarrojos	ETM	14	Funcional	1
Tens	Chattanooga Intelect	5	Funcional	7
Tanque de compresas calientes	Preston Tropic Heater	8	Funcional	1
Freezer	Cetron	14	Funcional	3
Camillas	-	14	Funcional	5
Mesa de tracción	Akron	14	Funcional	1
Bicicletas	Corival 400	14	Asiento y pintura desgastada	2
Rueda Marina	FGCK	14	Funcional	1
Gradas	FGCK Draveil	14	Funcional	1
Barras	FGCK	14	Funcional	1
Poleas	FGCK	14	Funcional	2
Fortalecedor	FGCK	14	Funcional	1
Jaula de Rotcher	FGCK	14	Funcional	1

**Tabla 7.13** Tecnologías utilizadas en el Hospital Nacional Dr. Juan José Fernández

### 7.3.1.8 Carga de Trabajo en el Hospital Nacional Zacamil.

En el Departamento de Fisioterapia no se cuenta con datos estadísticos que determinen el número de procedimientos realizados por patologías más comunes dentro de este. El único recuento que posee es al que se refiere al número de consultas y de tratamientos brindados por el Departamento de Fisioterapia del Hospital Zacamil, estos se muestran el cuadro 7.14

<b>Estadísticas de pacientes atendidos Junio 2006- Mayo 2007</b>			
<b>Mes</b>	<b>Pacientes</b>	<b>Número de Consultas</b>	<b>Número de Tratamientos</b>
Junio	349	1582	6765
Julio	298	1413	6069
Agosto	306	1309	5359
Septiembre	345	1563	6317
Octubre	297	1695	6830
Noviembre	388	1602	6409
Diciembre	3659	16154	67274
Enero	322	1539	5813
Febrero	348	1581	6440
Marzo	411	882	3158
Abril	276	1004	4011
Mayo	349	1541	6336
<b>Totales</b>	<b>7348</b>	<b>31,865</b>	<b>130,781</b>

**Tabla 7.14:** Número de pacientes atendidos en el Departamento de Fisioterapia del Hospital Nacional Zacamil

Entendiéndose dentro de la tabla 7.14 como número de consultas, a la cantidad de veces que el paciente es atendido dentro de la unidad, y como número de tratamientos, a la cantidad de procedimiento que se realizan en el paciente en cada consulta. Todos estos datos son los recolectados entre junio de 2006 y mayo de 2007.

Población atendida en consulta externa en un año	116,676
Población atendida en Hospitalización en un año	16,932
Población atendida en emergencia en un año	50,064
<b>Población Total que atiende el Hospital Nacional Zacamil en un año</b>	<b>183,672</b>

**Tabla 7.15:** Población total que atiende el Hospital Nacional Zacamil

<b>Modalidades de tratamiento</b>	<b>Tiempos de tratamiento</b>
<b>Electroterapia</b>	
Tens	30 min.
Corrientes diadinamicas	7 min.
Corrientes combinadas	7 min.
<b>Termoterapia</b>	
Rayos Infrarrojos	20 min.
Compresas Calientes	20 min.
Compresas frías	20 min.
Ultrasonido	5 min.
<b>Mecanoterapia</b>	
Gimnasio	30 min.
Tracción Mecánica	30 min.
<b>Tiempo promedio de tratamientos=18.7≈19 min.</b>	

**Tabla 7.16:** Tiempo promedio de terapias en el Departamento de Fisioterapia.

Con el conocimiento de la población que atiende el Hospital Nacional Zacamil anualmente (tabla 7.15), así como la población que fue atendida en el año por parte de Fisioterapia, es posible conocer el porcentaje de la población que se dirige hacia el Departamento de Fisioterapia, así como la los pacientes a atender por cada 1000 habitantes, es decir:

$$\text{Porcentaje de Población atendida en Fisioterapia} = \frac{7348 \text{ hab} \times 100\%}{183672 \text{ hab.}} = 4\%$$

$$\text{Pacientes que se atienden por cada 1000 hab} = \frac{7389 \text{ pac Fisioterapia} \times 1000 \text{ hab.}}{183,672} = 40.2$$

Además, con la tabla 7.14 se puede determinar el número de consultas por paciente en un año, el número de tratamientos por paciente en un año, así como el número de tratamientos por consulta, como se muestra a continuación:

$$\text{Número de consultas por paciente en un año} = \frac{31,865 \text{ consultas / año}}{7348 \text{ Pac / año.}} = 4.33$$

$$\text{Número de tratamientos por paciente en un año} = \frac{130,781 \text{ tratamientos / año}}{7348 \text{ Pac / año.}} = 17.7$$

$$\text{Número de tratamientos por consulta} = \frac{130,781 \text{ tratamientos / año}}{31,865 \text{ consulta / año.}} = 4.10$$

Para la determinación de la carga de trabajo existente dentro del Departamento, se utilizará la población atendida anualmente en el Departamento, los días laborales de la unidad (según se consultó estos son 233 días, como se puede visualizar el tabla 7.28), el número de tratamientos por consulta, así como los tiempos promedio de terapia (tabla 7.16), entonces:

$$\frac{7348 \text{ pac./año}}{233 \text{ Días laborales/año}} = 31.5 \text{ Pacientes al día}$$

$$31.5 \text{ Pacientes al día} \times 4.10 \text{ Tratamientos/cunsulta} = 129.15 \text{ Sesiones por día}$$

$$\text{Carga de trabajo diaria} = \frac{129.15 \text{ Sesiones/día} \times 19 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 40.89 \text{ horas/día}$$

### **7.3.2 Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS).**

La unidad central de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS, presta sus servicios a los derechos habientes que cotizan con el ISSS, además sirve como centro de referencia de otras unidades del ISSS a nivel nacional.

Por ser una unidad especializada, esta posee ciertos servicios que no son brindados o áreas que no se encuentran presentes en otros establecimientos de su tipo, lo que ha permitido que al paso del tiempo su importancia en la atención a pacientes con alguna tipo de patología que cause discapacidad, se haga más grande.

A diferencia de las unidades de Rehabilitación y Fisioterapia existentes dentro de los Hospitales Nacionales, en esta unidad se encuentran reunidas en un solo espacio, especialidades y locales como psicología, nutrición, trabajo social, urología, odontología, farmacia y zapatería, además de las especialidades mayormente existentes en otras unidades, los servicios que se prestan únicamente son para pacientes de consulta externa referidos de otros centro de salud, es decir, no se atiende pacientes de Hospitalización ni de emergencia.

Entre los servicios que se brindan la unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS y que se muestran en el cuadro 7.17, se tiene:

<b>Servicios brindados:</b>	
<b>Área</b>	<b>Tecnología</b>
<b>Electroterapia</b>	Tens
	Diatermia
	Rayos Infrarrojos
	Electroestimulación
	Corrientes Diadinamicas
<b>Hidroterapia</b>	Tanque para miembros inferiores
	Tanque para miembros superiores
	Tanque de inmersión completa
	Compresas frías
	Compresas calientes
	Tanque de parafina
<b>Mecanoterapia</b>	Bicicletas fijas
	Tracción vertical
	Tracción pélvica
	Rueda Marina
	Polea de techo y piso
	Gradas de pared
	Mesa de Delorme
	Gradas y rampas
	Tablas estabilizadoras de tobillos
	Pesas
	Barras paralelas
	Verticalizador
<b>Electromiografía</b>	
<b>Terapia Ocupacional</b>	
<b>Terapia de Lenguaje</b>	
<b>Educación Especial</b>	

<b>Valpar</b>
<b>Gestión Ocupacional</b>
<b>Psicología</b>
<b>Nutrición</b>
<b>Trabajo Social</b>
<b>Zapatería</b>
<b>Urología</b>
<b>Odontología</b>

**Tabla 7.17:** Servicios prestados por la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS

Adicional a lo antes mencionado también se cuenta con una área de Zapatería su función es proveer servicios a los derechos habientes de accesorios ortopédicos de tipo: correctores plantares (plantillas ortopédicas, calzado medicado), orientado a pie de riesgo como ulcerado, diabético, artrítico.

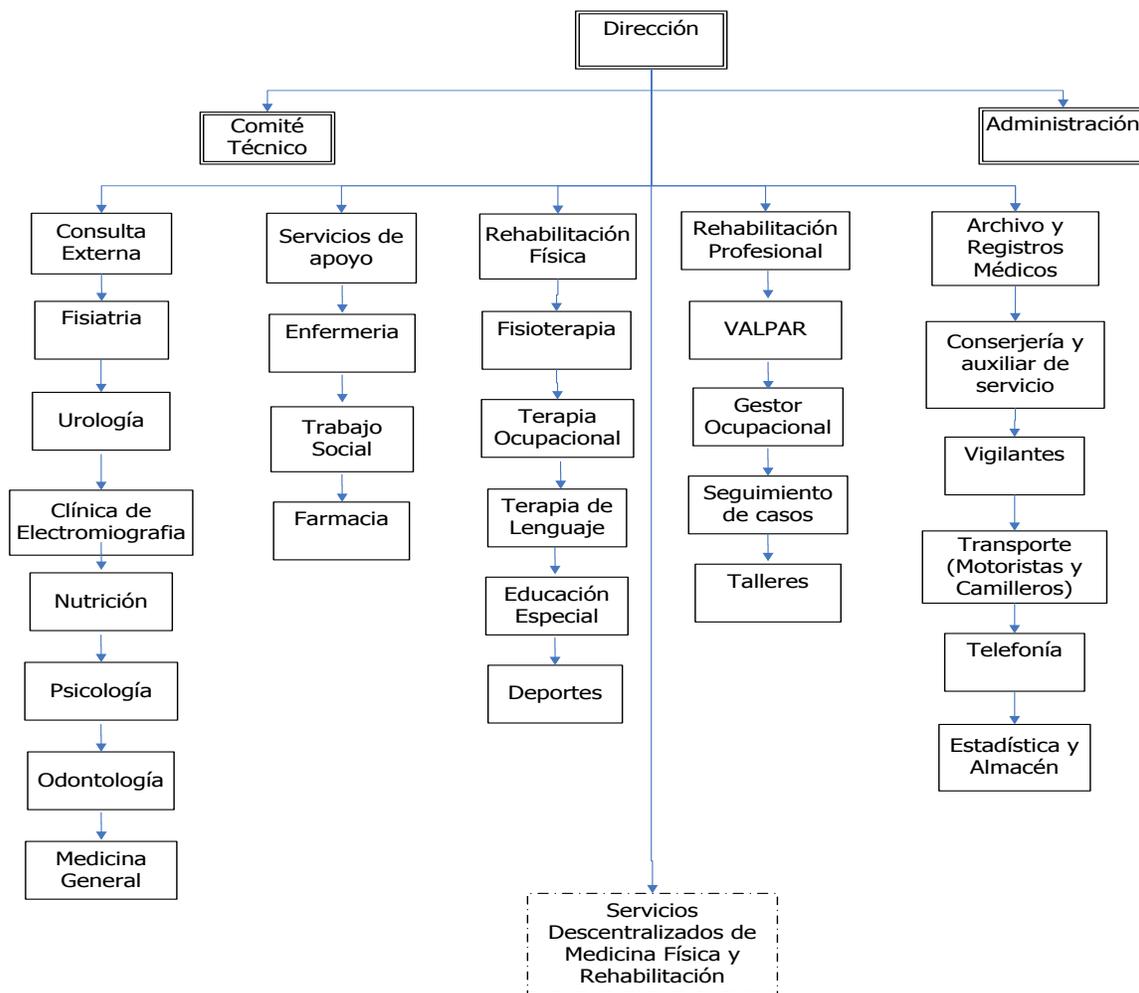
Las órdenes son remitidas de ortopeda, cirujano plástico, reumatólogo, endocrinólogo y neurocirujano. Se reciben órdenes de otras unidades con la debida autorización del Director del Centro Asistencial.

### **7.3.2.1 Organización de la Unidad.**

Como se hizo mención en el literal anterior, la Unidad de Medicina y Rehabilitación del ISSS, es considerada un establecimiento de carácter autónomo, es decir, no se encuentra ubicada dentro de un Hospital. A pesar de ello hay que mencionar que la unidad esta regida a nivel general por la administración del Instituto Salvadoreño del Seguro Social. Dicha diferencia en la atención, repercute en el funcionamiento de la misma en comparación con las unidades existentes dentro de los Hospitales.

Como se ve en la figura 7.7, la unidad esta regida de forma directa por la Supervisión regional metropolitana, la cual es la encargada de velar por los

servicios que en esta se prestan. La Dirección tiene a su cargo el funcionamiento general de la unidad, bajo ella se encuentra trabajando en la gestión de recursos, procesos de compra de insumos o equipamiento, entre otros tramites, la Administración. En el mismo nivel se halla el comité técnico, este se encarga básicamente de los procesos orientados a los servicios prestados al paciente, como pueden ser la determinación de los tiempos de terapia, manejo del personal técnico y médico, creaciones de los manuales de procedimientos, entre otros.



**Figura 7.7:** Organigrama de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación de Instituto Salvadoreño del Seguro Social

La unidad de Medicina Física y Rehabilitación, posee en su totalidad 116 empleados, entre los que se destacan, 8 Fisiatras, 36 Fisioterapistas, 6 Terapistas Ocupacionales, 3 Técnicos de educación especial y 3 de Terapias de lenguaje, 3 Psicólogos y 2 nutricionistas.

De forma general se puede decir que la unidad realiza sus funciones de la siguiente forma:

La Unidad de Medicina Física y Rehabilitación cuenta con dos turnos de atención, el cual cumplen según sean las necesidades de atención de cada área y de la asignación de turnos por parte del Jefe de servicio. Los horarios existentes son de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:00 p.m. y de 9:00 a.m. 5:00 p.m.

En el área de recepción se cuenta con tres personas en ventanilla, las cuales atienden y reciben la documentación de alrededor de 72 pacientes por hora, lo que suma un aproximado de atención diaria de 576 pacientes, a los cuales se les brinda citas, reprogramación o confirmación de asistencia de citas reprogramadas. La cantidad de total del personal que labora se muestra en la tabla 7.18.

<b>Disciplina</b>	<b>Nº de recursos</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Nº de recursos</b>
Directora	1	Técnico Evaluador VALPAR	1
Administrador	1	Secretaria Administración	1
Médicos Fisiatras	6	Secretarias	8
Médicos Fisiatras (Electromiografía)	2	Recepcionistas	2
Psicólogos	3	Taller Zapatería Ortopédica	3

Nutricionistas	2	Encargado de almacén y estadísticas	1
Jefe Técnico	1	Telefonistas	1
Supervisor Técnico	2	Encargado de recepción y archivo	1
Fisioterapistas	36	Archivistas	3
Terapistas Ocupacionales	6	Jefe de Servicios generales	1
Técnicos en educación especial	3	Motoristas	4
Terapistas de Lenguaje	3	Motociclista	1
Trabajadoras sociales	3	Camilleros	4
Encargado de farmacia	1	Encargado de ropería	1
Técnico en farmacia	1	Vigilantes	3
Auxiliar de enfermería	2	Auxiliares de servicio	6
Gestor ocupacional	1	Secretaria Dirección	1
Total	74	Total	42
<b>Personal Total en UMFR</b>		<b>116</b>	

**Tabla 7.18:** Personal de compone la unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS

El área de enfermería es la encargada de preparar al paciente así como su expediente clínico, el cual debe contener, la presión, temperatura, peso y

altura. Este luego es ubicado en orden correlativo para ser atendido por el médico Fisiatra.

Los Fisiatras dentro de la unidad se encargan de aplicar y determinar las técnicas y procedimientos necesarios para identificar las causas de las patologías discapacitantes, y mediante ello prescriben cualquier tipo de tratamiento, ya sea utilizando agentes físicos terapéuticos, métodos de reeducación funcional, métodos de terapia ocupacional, mecanismos ortopédicos, entre otros. Este además verifica finalizado el tratamiento, los avances del paciente, y si en dado caso no existieran dichos avances, reorienta los tratamientos a seguir.

Finalizados los tratamientos el paciente es trasladado hacia Rehabilitación Profesional, esta área tiene como fin general, evaluar de forma integral al paciente después de finalizado su tratamiento, con el fin de determinar si este es capaz de continuar con sus actividades diarias sin presentar secuelas considerables que lo limiten. Para ello el paciente es evaluado por un Psicólogo, un médico Fisiatra, gestor ocupacional y por el técnico VALPAR. Todos ellos emiten su dictamen junto con las sugerencias necesarias según sea el caso.

### **7.3.2.2 Funciones de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS.**

A continuación se mencionará las funciones que realizan los miembros principales en la atención al paciente derecho habiente que se acerca a la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS:

#### **a) Jefe de Terapia Física**

- i. Coordinar el funcionamiento de las áreas de Hidroterapia, electroterapia, terapia ocupacional y Mecanoterapia para la atención

a pacientes de consulta externa, referidos de otros Centro de atención de salud en El Salvador.

- ii.** Verificar la eficacia y eficiencia del personal.
- iii.** Supervisar, orientar y evaluar el desempeño laboral del personal bajo su mando haciendo que con ello se cumpla las tareas asignadas a cada uno de los empleados.
- iv.** Asistir a su jornada normal de lunes a viernes con 8 horas de trabajo.
- v.** Elaborar el informe del sistema gerencial.
- vi.** Llevar datos estadísticos diarios de la producción de cada terapeuta.
- vii.** Velar por el buen uso del equipo y mobiliario.
- viii.** Velar por la buena utilización y consumo adecuado de los insumos para que sean aprovechados, evitando el desperdicio y maximizando su utilización.
- ix.** Estar pendiente del mantenimiento preventivo y correctivo del equipo.
- x.** Informar a mantenimiento de los desperfectos o correcciones que se necesitan hacer.
- xi.** Coordinar con otros jefes de áreas actividades para brindar un buen servicio.
- xii.** Proporcionar información requerida por la dirección.
- xiii.** Elaborar planes de trabajo mensual y anual.
- xiv.** Realizar actividades propias de fisioterapeutas para la atención de pacientes.
- xv.** Velar por el cumplimiento de metas y objetivos planeadas en las evaluaciones de cada paciente.
- xvi.** Presidir reuniones administrativas con el personal para discusión de casos o exposición de temas u otros.
- xvii.** Asignarles pacientes específicos a los fisioterapeutas.

## **b) Jefe de Rehabilitación Profesional**

- i.** Coordinar el funcionamiento de las áreas de Terapia de lenguaje, terapia especial y VALPAR para la atención a pacientes de consulta externa, referidos de otros Centro de atención de salud en El Salvador.
- ii.** Verificar la eficacia y eficiencia del personal.
- iii.** Supervisar, orientar y evaluar el desempeño laboral del personal bajo su mando haciendo que con ello se cumpla las tareas asignadas a cada uno de los empleados.
- iv.** Asistir a su jornada normal de lunes a viernes con 8 horas de trabajo.
- v.** Elaborar el informe del sistema gerencial.
- vi.** Llevar datos estadísticos diarios de la producción de cada terapeuta.
- vii.** Velar por el buen uso del equipo y mobiliario.
- viii.** Velar por la buena utilización y consumo adecuado de los insumos para que sean aprovechados, evitando el desperdicio y maximizando su utilización.
- ix.** Estar pendiente del mantenimiento preventivo y correctivo del equipo.
- x.** Informar a mantenimiento de los desperfectos o correcciones que se necesitan hacer.
- xi.** Coordinar con otros jefes de áreas actividades para brindar un buen servicio.
- xii.** Proporcionar información requerida por la dirección.
- xiii.** Elaborar planes de trabajo mensual y anual.
- xiv.** Realizar actividades propias de fisioterapeutas para la atención de pacientes.
- xv.** Velar por el cumplimiento de metas y objetivos planeadas en las evaluaciones de cada paciente.

- xvi.** Presidir reuniones administrativas con el personal para discusión de casos o exposición de temas u otros.
- xvii.** Asignarles pacientes específicos a los fisioterapeutas.

### **c) Funciones del Médico Fisiatra**

- i.** Identificar los factores de riesgo, psicológicos, económicos y culturales que inciden en los mecanismos básicos de la enfermedad, la discapacidad y sus formas de prevención.
- ii.** Orientar y ejercer las acciones de salud y prevención de la discapacidad del individuo y la familia.
- iii.** Ejercer acciones directas de seguimiento, orientación y análisis del paciente con discapacidad y su familia, encaminados a lograr la máxima incorporación o reincorporación posible.
- iv.** Aplicar las técnicas, procedimientos y medios utilizados en la unidad, prescribir e interpretar los medios de diagnóstico, clínicos y terapéuticos sin excluir otras formas de tratamiento.
- v.** Establecer un pronóstico rehabilitador, considerando al paciente como una unidad integral y en interacción con su medio.
- vi.** Realizar acciones educativas y psicoterapéuticas al paciente y sus familiares.
- vii.** Promover y mantener la reintegración de la persona con discapacidad en el seno de la familia y la comunidad.
- viii.** Establecer una relación médico-paciente óptima, considerando al individuo en el contexto de su familia y de su comunidad.

### **d) Fisioterapeuta encargada atención a pacientes consulta externa.**

- i.** Realizar el tratamiento establecido utilizando aparatos o aditamentos según convenga.

- ii. Extender tarjeta de asistencia, plasmado hora y día de atención.
- iii. Entrenar a la familia para el tratamiento en casa del paciente.
- iv. Arreglar el área de trabajo.
- v. Velar por el buen uso de los equipos e insumos.
- vi. Orientar al paciente y a la familia en cuanto a la evolución.
- vii. Realizar notas de evolución.
- viii. Realizar exámenes de goniometría y examen muscular según sea el caso.
- ix. Coordinar planes de tratamiento con médicos o especialistas.
- x. Acudir a visitas domiciliarias cuando sea requerida.
- xi. Ayudar en el sistema de información gerencial.
- xii. Llevar un control de asistencia diaria de pacientes atendidos.
- xiii. Preparar temas o discusiones de casos para exponerlas en reunión administrativa del departamento.

### **7.3.2.3 Procedimientos Administrativos**

A continuación se muestra la guía de procedimientos para las terapias realizadas en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS, estas guías sirven de referencia al momento de aplicar determinada terapia, tanto para personal nuevo como antiguo.

#### **7.3.2.3.1 Guía de procedimiento de Compresas Calientes**

##### **a) Definición**

Es un método empleado en termoterapia superficial que produce un calentamiento intenso en los tejidos superficiales y un calentamiento leve o moderado de los tejidos situados a mayor profundidad.

## **b) Indicaciones**

Según indicación del Médico Fisiatra de acuerdo a la patología del paciente, pero si el paciente muestra efectos adversos, el fisioterapeuta podrá sustituirlo por compresas frías.

## **c) Contraindicaciones**

- i.** No aplicar en zonas de anestesia
- ii.** No aplicar en áreas con insuficiencia vascular marcada
- iii.** Cuando no hay Edema Severo
- iv.** En áreas ulceradas
- v.** Cuando hay infecciones en el área de tratamiento
- vi.** En pacientes febriles

## **d) Posición del paciente**

Paciente adoptará en el canapé una posición cómoda y relajada, dejando libre el área a tratar, la cual deberá estar descubierta y limpia.

## **e) Precauciones con el paciente**

Antes de efectuar cualquier aplicación, debe examinarse la sensibilidad térmica y dolorosa de la zona, dado que la percepción del paciente es la que determina el nivel de seguridad de la intensidad de calor aplicado.

- i.** Debe tener mucho cuidado en las aplicaciones sobre piel nueva o injertos.
- ii.** El Fisioterapeuta deberá estar pendiente del paciente durante el tiempo de aplicación del calor y preguntarle si esta bien la intensidad del calor. El paciente deberá informar al fisioterapeuta si percibe sensación quemante o ardor local.
- iii.** Asegurarse que la piel del paciente este limpia.

**f) Descripción del procedimiento**

El Fisioterapeuta explicará al paciente la sensación de calor agradable que deberá sentir en la zona tratada, retira las compresas calientes del hidrocolector con una pinza y las coloca sobre toallas, las envuelve de tal manera que estas zonas no tengan contacto con el paciente. Luego procede a colocarlos sobre la zona a tratar del paciente; previamente le explica en que consiste el tratamiento que le va a realizar le advierte que deberá sentir un calor agradable que no le produzca sensación de ardor. Si esta muy caliente, que llame inmediatamente al Terapeuta quien estará atento a su llamado.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

De 20 minutos en cada sesión programada.

**h) Número de sesiones**

El mínimo de sesiones será de 12, las sucesivas de las mismas quedaran a criterio del médico Fisiatra tratante de acuerdo a la evaluación de cada caso en particular.

**7.3.2.3.2 Guía de procedimiento de Corrientes Diadinamicas**

**a) Definición**

Son corrientes de baja frecuencia moduladas o alternas rectificadas constituidas por cuatro formas: monofásica fija de 50 Hz (MF).

Difásica fija de 100 Hz (DF), periodos cortos (CP) (alternancia de monofásica fija y bifásica fija) largos periodos (LP) que posteriormente se alterna con MF y DF.

**b) Indicaciones**

De acuerdo al criterio del Médico Fisiatra tratante.

**c) Contraindicaciones**

De acuerdo a criterio médico.

**d) Posición del paciente**

Paciente en posición cómoda y relajada, dependiendo de la patología el paciente puede estar sentado o acostado; el área a tratar debe estar descubierta.

**e) Precauciones del paciente**

- i. Verificar que la intensidad del aparato este marcando cero al iniciar el tratamiento.
- ii. Revisar la piel del paciente, que deberá estar limpia
- iii. Asegurarse que las esponjas estén húmedas y mas grandes que el electrodo para evitar quemaduras
- iv. Evaluar la sensibilidad del paciente

**f) Descripción del procedimiento**

Paciente en posición cómoda. Se le orienta y se explica el procedimiento que se va a realizar. El electrodo rojo se coloca en el punto doloroso y el otro en el recorrido de la irradiación del dolor, o según la prescripción del médico Fisiatra y posteriormente se sujetan con las bandas del velcro; se programa el tiempo, se ajusta la intensidad la cual dependerá del umbral de tolerancia del paciente. El Terapeuta preguntara al paciente como se siente el estimulo y reajustara la intensidad del estimulo cuando el paciente ya no lo perciba. Transcurrido el tiempo indicado se apaga el aparato, se retiran los electrodos y se revisa

la piel del paciente, buscando que no exista irritación o lesión cutánea.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

De acuerdo a la indicación del Médico Tratante.

**h) Número de sesiones**

La alternancia y tiempo de tratamiento será establecido por el Médico Fisiatra de acuerdo a la patología y evolución del paciente.

**7.3.2.3.3 Guía de procedimiento de Diatermia (Onda Corta)**

**a) Definición**

En el campo electromagnético de alta frecuencia con características físicas y efectos biológicos propios y al ser su energía absorbida por el organismo se transforma en calor. No produce despolarización de nervios motores ni respuestas contráctiles.

**b) Indicaciones**

Las especificara el Médico Fisiatra tratante.

**c) Contraindicaciones**

Según criterio del Médico Fisiatra tratante.

**d) Posición del paciente**

Sentado o acostado, con el área a tratar debe estar descubierta, piel limpia, sin laceraciones y libre de humedad.

**e) Precauciones del paciente**

- i. No colocar los electrodos sobre materiales sintéticos (licra, nylon y plásticos)

- ii.** Verificar que la silla y el canapé sean de madera
- iii.** Es esencial en esta modalidad, despojar al paciente de cualquier objeto metálico
- iv.** Evitar el efecto en punta
- v.** Secar la humedad de la piel del paciente
- vi.** Evaluar la sensibilidad térmica del paciente
- vii.** No permitir que el paciente se duerma durante el tratamiento
- viii.** Evitar el contacto de los cables con la piel del paciente
- ix.** Al aplicar Diatermia en la cabeza el paciente deberá estar en posición de decúbito.
- x.** Mientras el paciente este recibiendo la aplicación de Diatermia el Fisioterapeuta deberá guardar una distancia de mas o menos 50 cm.
- xi.** Recordar que la distancia mínima entre los electrodos debe de ser de 8 cm.

**f) Descripción del procedimiento**

- i.** Paciente en posición cómoda y relajada
- ii.** Verificar que el aparato marque cero, orienta al paciente acerca del procedimiento que le va a realizar
- iii.** Coloque los electrodos de acuerdo a la técnica que se ha indicado, verifique que la región a tratar este descubierta y sin humedad
- iv.** Prográmele el tiempo y la intensidad que se ha indicado y dígale que solo va a percibir una sensación suave de calor.
- v.** Explíquelo que si siente muy caliente que llame inmediatamente al Fisioterapeuta, quien estará atento al llamado del paciente.
- vi.** Transcurrido el tiempo se regresa la intensidad a cero, se retiran los electrodos y se revisa la piel del paciente.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

De 10 a 20 minutos según ha indicado el Médico Fisiatra tratante de acuerdo a la patología propia del paciente.

**h) Número de sesiones**

Según indicación Fisiátrica, 15 sesiones o más.

**7.3.2.3.4 Guía de procedimiento de la Parafina**

**a) Definición**

La parafina es un método de aplicación de calor local superficial, a base de alcanos y la cual debe ser blanca, inodora, insípida y sólida, a esta se le mezcla aceite para disminuir su punto de fusión manteniéndose líquida a una temperatura entre 42° y 52 ° C. Se utilizan 3 métodos de aplicación: vendajes, inmersión y embrocaciones.

**b) Indicaciones**

Según criterio Fisiátrico.

**c) Contraindicaciones**

- i. De acuerdo al criterio del Médico Fisiatra tratante.
- ii. En caso de efectos adversos evidentes el Terapeuta puede suspender el tratamiento y solicitar interconsulta con el Médico Fisiatra.

**d) Posición del paciente**

Esta dependerá del método a utilizar, se buscare una posición en la que el paciente se sienta cómodo y que el área a tratar este accesible para el fisioterapeuta.

### **e) Precauciones del paciente**

- i.** Antes de iniciar cualquier aplicación debe evaluarse la sensibilidad térmica del paciente y observar su piel, asegurándose que no existe déficit del riego sanguíneo
- ii.** Limpiar el segmento corporal con agua y jabón y posteriormente con alcohol para eliminar residuos de jabón
- iii.** La piel del paciente debe estar seca y libre de abrasiones
- iv.** La zona corporal debe quedar despojada de cualquier objeto metálico

### **f) Descripción del procedimiento**

Paciente en posición cómoda, se le explica en que consiste la técnica que se le va a realizar y los cuidados que debe tener. La piel del paciente debe estar limpia, sana y libre de vello.

#### **i. Método de Inmersión**

Se le pide al paciente que introduzca cuidadosamente la mano o el pie durante varios segundos en el tanque de parafina, luego se retira para que forme una delgada capa de parafina, esta operación se repite de 7 a 10 veces luego se envuelve en una bolsa plástica y se cubre con una toalla. Se le pide al paciente que no mueva la zona donde se le ha formado el guante. Transcurrido el tiempo se quita la toalla y la bolsa plástica, y con un depresor lingual se retira la capa de parafina sólida.

#### **ii. Método Embrocaciones**

Este método se basa en la aplicación de unos 10 brochazos rápidos de Parafina sobre la zona a tratar, que posteriormente queda convenientemente cubierta, luego se envuelve con una

bolsa plástica y una toalla. Transcurrido el tiempo se retira de igual forma que en el método de inmersión.

**iii. Método de Vendajes**

Inmersión de venda elástica en parafina, realizar vendaje compresivo sobre el área a tratar, colocar bolsa plástica, luego cubrir con una toalla y dejarlo el tiempo necesario. Luego retirar el vendaje.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

20 minutos. Tres horas para el método de vendaje.

**h) Número de sesiones**

Según criterio Médico, 10 sesiones o mas.

**7.3.2.3.5 Guía de procedimiento de Tracción Cervical y Lumbar**

**a) Definición**

La tracción terapéutica es la aplicación de una fuerza a una parte del cuerpo para estirar los tejidos, separar las superficies articulares produciendo un efecto de descompresión, generado por la tracción en la interlinea articular lo que alivia la sintomatología. Esta puede ser continua o intermitente.

**b) Indicaciones**

Según criterio del Médico Fisiatra tratante.

**c) Contraindicaciones**

- i.** De acuerdo al criterio del Médico Fisiatra tratante.
- ii.** Vértigo
- iii.** Problemas psiquiátricos no compensados.
- iv.** Enfermedades crónicas inflamatorias y neoplásicas

- v. Pacientes instrumentalizados o con fusiones a nivel vertebral

#### **d) Posición del paciente**

Paciente acostado en decúbito supino, se le coloca un rollo bajo la nuca y una almohada bajo las rodillas, si se va a utilizar la tracción cervical y si es la tracción lumbar el paciente debe estar en decúbito supino con flexión de caderas y rodillas en un ángulo de 60 ° a 90°, según segmento que necesite la tracción y de acuerdo al criterio Médico. Puede utilizarse la posición sentada dependiendo del equipo con que cuente y la patología del paciente.

#### **e) Precauciones del paciente**

- i. Verifica si el peso y el tiempo de la tracción es el correcto
- ii. Vigilar que la tracción no desencadene o aumente el dolor
- iii. Suspender la tracción si a las 6 sesiones no se observa mejoría clínica
- iv. Verificar que el cuello del paciente tenga la angulación indicada
- v. Siempre darle al paciente el mando a distancia o interruptor de la tracción

#### **f) Descripción del procedimiento**

Paciente en decúbito supino, se le explica el procedimiento que se le va realizar, se le coloca la fronda en la cabeza cuando se va a realizar la tracción cervical y el cinturón pélvico cuando es tracción lumbar, se le da al paciente el mando a distancia y se le explica que si siente alguna incomodidad durante la tracción que le interrumpan inmediatamente. Luego se le programa el tiempo y el peso de tracción. El Fisioterapeuta estará al pendiente durante el tiempo de tracción.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

Tracción cervical y tracción lumbar a criterio del Médico Fisiatra y a tolerancia del paciente.

**h) Número de sesiones**

Según la patología del paciente, los objetivos que se pretenden alcanzar y la evaluación Medica respectiva, a un ritmo inicial a diario y posteriormente 3 veces por semana.

**7.3.2.3.6 Guía de procedimiento de Hidroterapia**

**a) Definición**

La Hidroterapia constituye un método de termoterapia superficial que utiliza el agua como medio de transferencia además es un recurso terapéutico fácil de aplicar.

**b) Indicaciones**

Serán especificadas por el Médico Fisiatra tratante.

**c) Contraindicaciones**

- i. Infecciones dermatológicas, afecciones sistémicas agudas: sepsis, hepatitis, etc.
- ii. Trastornos sensitivos, cáncer.
- iii. Otras a juicio del Médico Fisiatra tratante.

**d) Posición del paciente**

Paciente sentado si se va a utilizar el tanque de remolino de miembros superiores e inferiores; en decúbito supino o sedestación si utiliza el tanque de inmersión corporal.

**e) Precauciones con el paciente**

Previo a introducirse al tanque el paciente deberá:

- i.** Llevar piel limpia
- ii.** Libre de alhajas, lentes y otros accesorios
- iii.** Vaciamiento previo de vejiga
- iv.** Si ingirió alimentos, esperar una hora para la sesión de hidroterapia de inmersión total
- v.** Evaluar la sensibilidad térmica del paciente
- vi.** El área a tratar debe de estar descubierta si se trata de miembros superiores o inferiores
- vii.** Si se utiliza el tanque de inmersión corporal el paciente debe estar en traje de baño
- viii.** Verificar la temperatura del agua la cual deberá estar en el rango de 37° a 40°C.
- ix.** En presencia de enfermedades cardiovasculares la temperatura del agua no deberá exceder de 38°
- x.** Orientar al paciente y ayudarlo a entrar al tanque si es inmersión corporal para evitar accidentes
- xi.** No permitirle al paciente el apagado o encendido de la turbina
- xii.** Preguntar al paciente si es hipertenso o adolece de alguna patología cardíaca
- xiii.** El área física de hidroterapia deberá tener piso antideslizante, vestidores, baño y servicio sanitario adecuado; de no tenerlo, orientar al paciente para que no se deslice y orientarlo sobre la ubicación de los servicios sanitarios

## **f) Descripción del procedimiento**

### **i. Método de Inmersión Corporal**

Se le explica al paciente el procedimiento que se le va a realizar, debe de estar con calzoneta de baño (menos ropa posible), se acerca el paciente al tanque, se le pide que

verifique la temperatura del agua, luego se le ayuda a entrar al tanque y se acomoda en decúbito supino y/o sedestación, el agua debe llegar hasta el cuello, se le explica los ejercicios que debe de hacer dentro del agua. El Fisioterapeuta y/o Auxiliar de Servicio enciende la turbina y debe estar al pendiente del paciente. Transcurrido el tiempo de sesión, se apaga la turbina, se le ayuda a salir del tanque con la colaboración del auxiliar de servicio y se lleva a los vestidores para que se cambie de ropa, luego se inician los ejercicios terapéuticos.

## **ii. Método de Inmersión de miembros superiores o inferiores**

Se le orienta al paciente acerca del procedimiento que se le va a realizar, el área a tratar debe estar descubierta, el paciente se sienta a un lado del tanque, se verifica la temperatura del agua, luego que introduzca el miembro dentro del tanque, se le explican los ejercicios que debe realizar dentro del agua durante la aplicación. El Fisioterapeuta y/o Auxiliar de Servicio, previa capacitación enciende la turbina, pasado el tiempo de sesión apaga la turbina, se le indica al paciente que se seque con su toalla y luego se le realizan los ejercicios terapéuticos.

## **g) Tiempo de duración del procedimiento**

Cuando se utilice como método termoterapéutico 20 minutos. Al ser utilizado en pacientes quemados para debridar entre 15 a 30 minutos, con la colaboración del Médico y personal técnico encargado del procedimiento de debridación; y si el fin es practicar ejercicios la duración será entre 10 y 30 minutos.

#### **h) Número de sesiones**

El número de sesiones dependerá del alcance de los objetivos médicos trazados para cada caso y a juicio del Fisiatra tratante. Mínimo 12 sesiones.

### **7.3.2.3.7 Guía de procedimiento de Mecanoterapia o Gimnasio**

#### **a) Definición**

En esta área se realizan diferentes tipos de ejercicios ya sea en estos de colchón, entrenamiento de marcha con el uso de diferentes aditamentos, entrenamiento preprotésico y post-protésico, ejercicios de coordinación y equilibrio, alineamiento corporal y el uso de diferentes aparatos mecánicos.

#### **b) Indicaciones**

Las indicaciones para el uso de los recursos del Gimnasio serán de exclusiva responsabilidad del Médico Fisiatra tratante.

#### **c) Contraindicaciones**

Las contraindicaciones quedaran sujetas al criterio técnico del médico tratante.

#### **d) Posición del paciente**

Acostado, sentado o de pie, dependiendo de la actividad que va a realizar.

#### **e) Precauciones con el paciente**

- i.** Supervisar que el ejercicio que realiza no le aumente el dolor
- ii.** Ayudar al paciente si este lo amerita y evitar las caídas
- iii.** Supervisar que el ejercicio que realiza el paciente sea el indicado

**f) Descripción del procedimiento**

Paciente se presenta al área del gimnasio y le entrega al Fisioterapeuta la tarjeta de asistencia en donde esta anotado el diagnostico, el tiempo de evolución y las actividades que va a realizar en dicha área. Luego el Fisioterapeuta le explica al paciente el ejercicio que va a realizar incluyendo el tiempo y el número de repeticiones.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

El paciente permanecerá en el área de 15 a 45 minutos según la rutina de ejecución prescrita.

**h) Número de sesiones**

Mínimo 15, luego será evaluado por el médico tratante.

**7.3.2.3.8 Guía de procedimiento de Rayos Infrarrojos**

**a) Definición**

Es una radiación electromagnética, cuya longitud de onda comprende desde los 760 a 15,000 nm. La radiación infrarroja constituye una forma de calentamiento por conversión; a medida que los fotones se absorben, van transformándose en calor y al agitarse las moléculas de los tejidos absorbentes se convierte en calor superficial, que es el principal responsable de los efectos en el organismo. Su penetración es de 2 a 10 mm de profundidad. Su efecto es local por medio de una aplicación seca y sin contacto.

**b) Indicaciones**

Este tipo de terapia se utilizara de acuerdo al criterio del Médico Fisiatra tratante.

**c) Contraindicaciones**

- i. De acuerdo a criterio Médico
- ii. Lesiones cutáneas infecciosas
- iii. Áreas recientemente injertadas

**d) Posición del paciente**

La posición del paciente dependerá del área a tratar puede acatarse en decúbito supino o decúbito prono vigilando que este cómodo.

**e) Precauciones con el paciente**

- i. Vigilar cada 5 minutos la piel del paciente durante la aplicación
- ii. Si el tratamiento es facial proteger bien los ojos con algodones húmedos
- iii. Verificar si el paciente no tiene fiebre
- iv. El paciente no debe tener elementos metálicos, como joyas, aretes, etc.
- v. La piel debe estar sin ningún tipo de crema
- vi. Evaluar la sensibilidad térmica del paciente
- vii. Proteger las áreas que no serán tratadas

**f) Descripción del procedimiento**

El paciente debe estar en una posición cómoda y relajada, el Fisioterapeuta debe explicarle el procedimiento que le va a realizar, la zona a tratar debe estar descubierta y sin ningún tipo de crema, la lámpara debe colocarse de forma que el haz incida perpendicularmente sobre la piel y debe tener una distancia de 40 a 60 centímetros. Se le programa el tiempo y la intensidad. Pasado el tiempo se retira la lámpara.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

15 a 30 minutos, o según la evaluación realizada por el Médico tratante.

**h) Número de sesiones**

De acuerdo a la patología del paciente y según el criterio Médico.

**7.3.2.3.9 Guía de procedimiento del Tens**

**a) Definición**

El Tens es un neuroestimulador eléctrico portátil de corrientes pulsadas de baja frecuencia que conducen el estímulo a través de la piel mediante electrodos de contacto, y su efecto está basado en la producción de analgesia, suprimiendo la conducción de estímulos dolorosos a diferentes niveles del sistema nervioso.

**b) Indicaciones**

A juicio del Médico Fisiatra tratante.

**c) Contraindicaciones**

- i.** No aplicarlo en la región precordial en pacientes que tengan marcapaso cardiaco.
- ii.** No aplicarlo en el seno carotideo
- iii.** No aplicarlo sobre la piel dañada: laceraciones, infecciones, etc.
- iv.** Otras contraindicaciones serán consideradas por el Médico Fisiatra tratante.

**d) Posición del paciente**

Paciente en una posición cómoda, dependiendo del área a tratar adoptar la posición en decúbito supino, decúbito prono o sentado.

**e) Precauciones con el paciente**

- i. Piel limpia y seca libre de la presencia de objetos metálicos (cadenas, reloj, etc.)
- ii. El Fisioterapeuta deberá vigilar al paciente durante la aplicación del tratamiento
- iii. No colocarlo simultáneamente con compresas frías o calientes.

**f) Descripción del procedimiento**

Paciente en posición cómoda el Fisioterapeuta le explica el tratamiento que le va a realizar, le coloca los electrodos directamente sobre la piel del paciente, le advierte que va percibir una sensación de hormigueo y que la intensidad depende de la tolerancia al estímulo, el cual no debe causarle dolor ni incomodidad permanente, luego el Fisioterapeuta ajusta los controles de la intensidad despacio y el paciente avisa el grado de tolerancia, transcurrido el tiempo de tratamiento se retiran los electrodos del aparato.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

De 20 a 30 minutos.

**h) Número de sesiones**

De 15 a 20 sesiones.

**7.3.2.3.10 Guía de procedimiento de Ultrasonido**

**a) Definición**

El ultrasonido son ondas mecánicas del mismo tipo que las del sonido pero con frecuencias superiores para el oído humano. Las ondas mecánicas se propagan por un medio determinado y son capaces de transmitir energía de un punto a otro a través del

medio. El rango de frecuencia para el ultrasonido terapéutico va de 0.75 MHz – 3 MHz.

**b) Indicaciones**

Según criterio Médico.

**c) Contraindicaciones**

- i. Según criterio Médico
- ii. No aplicar en zonas donde exista la certeza o sospecha de neoplasia
- iii. No aplicar sobre cartílagos en crecimiento (metafisis)

**d) Posición del paciente**

Paciente adoptara una posición cómoda y relajada dependiendo el área a tratar.

**e) Precauciones con el paciente**

- i. Cuidar que el paciente este cómodo y relajado
- ii. Debe despojarse de objetos metálicos en la zona en tratamiento
- iii. La piel del paciente debe estar libre de vellosidades
- iv. No aplicar sobre áreas cardiacas, hepática, esplénica, testículos, ovarios y arterias de grueso calibre. En cavidades u órganos huecos y/o con líquidos
- v. Durante la aplicación el Fisioterapeuta no debe separar el cabezal de la piel del paciente

**f) Descripción del procedimiento**

- i. Pasa el paciente al cubículo, el Fisioterapeuta le indica la posición idónea para el tratamiento y también le explica la técnica a realizar. La piel del paciente deberá estar descubierta

y libre de vellosidades. Primero se le aplica electrogel en el área a tratar, se pone en contacto el cabezal del aparato en la piel del paciente, se le programa el tiempo y la modalidad indicada del ultrasonido, al mismo tiempo se realizan movimientos lentos en forma circular o longitudinal con el cabezal del aparato hasta que pasa el tiempo programado luego se limpia el área tratada y el cabezal, el cual se coloca en el aparato, después se regresa al mínimo la perilla de la intensidad.

- ii. Técnica de inmersión se introduce el área a tratar en un recipiente plástico con agua suficiente para cubrir dicha área; se introduce el cabezal y se coloca a 1cm de distancia de la piel, se programa el aparato con el tiempo y la modalidad indicada y se realizan movimientos circulares o longitudinales. Al finalizar el tiempo de tratamiento se coloca la intensidad de en cero, se limpia el cabezal y se apaga el aparato.

**g) Tiempo de duración del procedimiento**

5 a 10 minutos por área a tratar según criterio Médico

**h) Número de sesiones**

Mínimo 5 sesiones y según criterio Médico. Dejar intervalos de tratamiento de 4 semanas en la misma área.

**7.3.2.4 Distribución arquitectónica de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS.**

El servicio de Medicina Física y Rehabilitación se encuentra ubicado sobre la Alameda Juan Pablo II, colindando con un terreno propiedad del ANDA y con el Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social. Su distribución a nivel general se puede ver en la figura 7.8 y de forma más

amplia con medidas y espacios acotados en el anexo 4 de esta investigación.

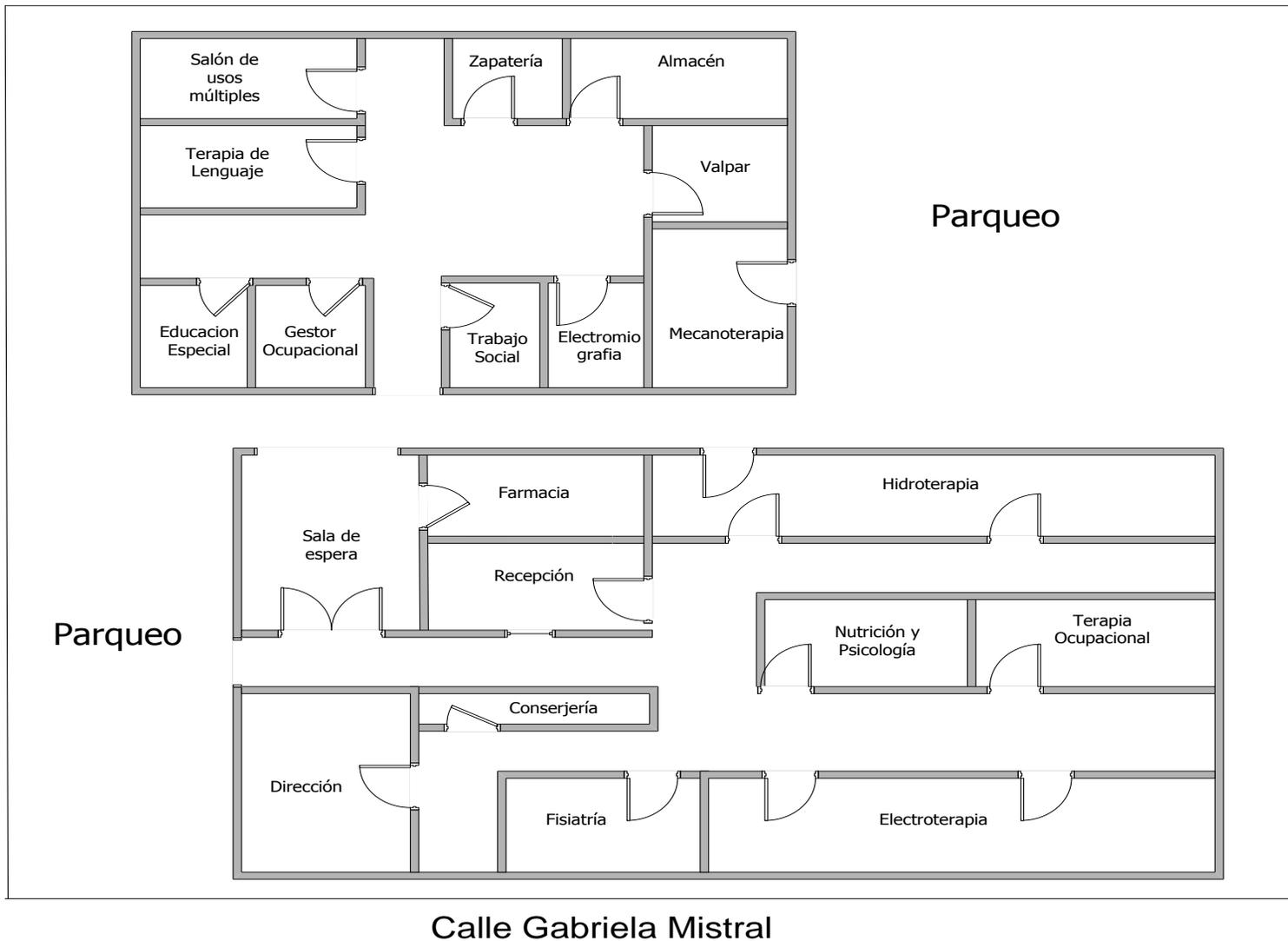
De forma general, la unidad cuenta con dos edificios principales, en uno se brindan los servicios de Rehabilitación profesional, es decir se encuentran áreas como VALPAR, Terapia de lenguaje, Educación Especial, Zapatería, Trabajo Social y Gestión Ocupacional. Existen los Locales complementarios como son almacén y el salón de usos múltiples, además se encuentran en el edificio áreas que no deberían ubicados en el, debido a las diferencias en los procesos de rehabilitación, como es el caso de Mecanoterapia y Electromiografía.

En el segundo edificio, se ven áreas de atención más orientadas a la rehabilitación física, como es el caso de Hidroterapia, Electroterapia, Terapia Ocupacional y Nutrición. Se ubican además, Dirección, Farmacia, Psicología, Fisiatría, Recepción y conserjería.

Analizando áreas específicas, se comenzará con Hidroterapia. A pesar de ser denominada con ese nombre, dentro de la misma, existen diferentes tipos de tecnologías que es mejor ubicar en otras áreas, debido a las diferencias en cuanto a sus principios de aplicación.

En esta área se distinguen tres secciones, una de ellas es Electroterapia, por la existencia de diatermias, ultrasonidos, corrientes diadinámicas y corrientes combinadas. Todos estos cubículos se encuentran localizados en diferentes sitios, sin ningún tipo de orden al respecto. Mecanoterapia esta presente con las colchonetas para masajes y la tracción vertical y por supuesto Hidroterapia como son los tanques de Remolino para cuerpo completo, de miembros inferiores y superiores, tanque de compresas frías y calientes así como los tanques de parafina.

Alameda Juan Pablo Segundo



**Figura 7.8:** Distribución arquitectónica en bloques de UMFR del ISSS

El área de Hidroterapia es de 243 m<sup>2</sup>, y en ella existen en total 29 cubículos, 5 de ellos se utilizan para corrientes diadinámicas, 2 de corrientes combinadas, 5 de Diatermias, 2 de Ultrasonidos, 8 cubículos de ejercicios, y los demás designados para terapias varias.

Para el caso particular de los tanques de remolino, estos se encuentran ubicados en un área de 18.4 m<sup>2</sup>, en esta sección se cuenta con 3 tanques de remolino de cuerpo completo, 2 miembros inferiores, 2 de superiores y 1 tanque para tobillo. El suministro de agua para los tanques es a través de una cisterna que abastece a toda la unidad, los tanques de remolino requieren agua caliente para las terapias aquí brindadas, para ello se cuenta con un calentador de agua, el cual se ubica en la parte exterior del área. Los tiempos de terapia de cada tanque se estandarizan en 20 min. Este tiempo aplica para todas las terapias que en la unidad de medicina física se prestan. A parte los 29 cubículos, hidroterapia posee 3 baños para hombres y mujeres, 1 de ellos es para el personal y 2 para pacientes, además se cuenta con 1 vestidor justo en la sección de los tanques de remolino. Todos los baños están adaptados con agarraderos de seguridad para poder utilizarse por personas con discapacidad.

El área cuenta además con 40 ventanales tipo solaire, lo que permite una iluminación natural durante el día, 23 ventiladores, 25 luminarias de 2 candelas de 40 Watts cada una y 3 extintores.

En la tabla 7.19 se muestra las dimensiones generales que se utilizan en Hidroterapia.

<b>Altura de tomas</b>	0.98 cm
<b>Iluminación (luxes)</b>	688 luxes
<b>Tipo de ventilación</b>	Ventiladores
<b>Tipo de paredes</b>	Concreto
<b>Ancho de pasillos :</b>	
<b>Entrada</b>	2 m
<b>circulación</b>	1 m
<b>Medida de Cubículos</b>	4.27 m <sup>2</sup>
<b>Tipo de tomacorrientes</b>	Polarizado con falla a tierra
<b>Tipo de piso</b>	Ladrillo de cemento
<b>Ancho de puertas :</b>	
<b>Entrada</b>	2 m
<b>Baños</b>	1.20 m

**Tabla 7.19:** Espacios y medidas para el área de Hidroterapia

El área de Electroterapia cuenta con un área total de 116.8 m<sup>2</sup>, en ella se ubican 11 cubículos, en 8 de estos se poseen diatermias y dentro de los mismos se encuentran 8 ultrasonidos, 1 cubículo es para 1 lámpara de rayos infrarrojos, 1 para electroestimulador y 1 de tanque de compresas calientes. A parte de los cubículos con sus respectivos equipos, se tiene equipamiento adicional para brindar las terapias dentro de electroterapia, esto debido a que en muchas ocasiones es necesario aplicar tratamientos con diferentes tecnologías, por ello se tiene 2 lámparas infrarrojas, 40 tens, 2 electroestimuladores, 2 ultrasonidos y 2 tanques de compresas frías. Dentro del área además existe una zona para ejercicios, con sus respectivas colchonetas. Se cuenta además con un baño para personal y uno para pacientes, ambos mixtos con agarraderos incorporados.

A manera de resumen la tabla 7.20 se muestra las dimensiones generales que se utilizan en Electroterapia.

<b>Altura de tomas</b>	0.98 cm
<b>Iluminación</b>	688 luxes
<b>Tipo de ventilación</b>	Ventiladores
<b>Tipo de paredes</b>	Concreto
<b>Ancho de pasillos :</b>	
<b>Entrada</b>	2 m
<b>circulación</b>	1 m
<b>Medida de Cubículos</b>	4.27 m <sup>2</sup>
<b>Tipo de tomacorrientes</b>	Polarizado con falla a tierra
<b>Tipo de piso</b>	Ladrillo de cemento
<b>Ancho de puertas :</b>	
<b>Entrada</b>	3 m
<b>Baños</b>	1.5

**Tabla 7.20:** Espacios y medidas para el área de Electroterapia

En el área de Mecanoterapia cuenta con un área de 54.71 m<sup>2</sup>, en esta se encuentran presentes diferentes equipos, entre los que están: La rueda marina, bicicletas estacionarias, barras paralelas, mesa de tracción vertical, espejos para modificar postura, entre otros. El espacio existente en esta área, para la cantidad de equipos que se poseen, es bastante reducida. El área posee 6 luminarias de 2 candelas cada una (equivalente a 734 luxes) 8 ventanas socaire y un extintor.

Terapia de lenguaje, Educación especial, Terapia ocupacional y VALPAR, son áreas que contribuyen a la rehabilitación psicomotora de los diferentes

pacientes que son remitidos a estas. La verificación de los espacios existentes para cada una de estas no requiere tanto cuidado como para el caso de las áreas anteriormente vistas, ya que en ellas mayormente se realizan trabajos manuales que no requieren grandes espacios disponibles, y los materiales que acá se utilizan son bastante sencillos, por ejemplo espejos, diferentes tipos de juegos manuales, mesas de atornillado, de alambrado, basculas para fuerza, y un buen número de materiales didácticos.

Un caso especial es referente al área de zapatería, en ella se realizan todo tipo de zapatos especiales para personas con dificultades al caminar debido a amputaciones o deformaciones, esta es la única área dentro del ISSS a nivel nacional que suministra plantillas ortopédicas, calzado médico para diabéticos y zapatos ortopédicos. Todos los pedidos acá recibidos son producto de solicitudes de otros establecimientos, los cuales deben ser autorizados por la dirección de cada uno de los centros de salud que solicitan el servicio, además de los pacientes que son remitidos directamente del fisiatra de la unidad. En esta área se cuenta con 2 maquinas de costura, 1 maquina pulidora, taladros, esmeriles, 1 maquina de codo y 1 plana. Esta cuenta con un espacio de 39.72 m<sup>2</sup>, posee 3 luminarias de dos candelas (equivalente a 506 luxes), 1 ventilado, y 3 ventanas solaire para iluminación natural durante el día.

#### **7.3.2.5 Flujos en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS.**

Los flujos existentes dentro de la unidad son:

- a)** Flujo de pacientes consulta externa
- b)** Flujo de personal
- c)** Flujo de personal técnico
- d)** Flujo personal de limpieza

### **a) Flujo de Pacientes de Consulta Externa**

Se hace mención solamente al flujo de pacientes de consulta externa, debido a que en la unidad de Medicina Física y Rehabilitación no se cuenta con atención a pacientes de Hospitalización y Emergencia, como se hizo mención de manera inicial.

Antes de describir los flujos, hay que mencionar que la consulta externa de fisioterapia tiene una serie de componentes que permiten brindar una atención de calidad al paciente, entre los cuales se encuentran:

- i.** Consulta de nutrición: es un complemento de la consulta fisioterápica pues es necesario controlar la forma en que el paciente está nutriéndose, debido a que al reducir el peso, se beneficia a los pacientes que tienen algún problema en sus miembros inferiores, reduciendo la resistencia o esfuerzo (piernas o rodillas) que estos realizan para mantenerse en pie.
- ii.** Consulta psicológica: en esta consulta el médico Fisiatra se auxilia debido a que algunas patologías generan traumas psicológicos por la gravedad de los mismos (amputación de miembros inferiores o superiores u obesidad). La finalidad de esta es brindar al paciente un nuevo enfoque de vida que le permitirá aceptarse y desarrollarse como cualquier otra persona.

Los pasos o el flujo que siguen los pacientes de consulta externa se muestra a continuación, se tomará en cuenta que después de acercarse a recoger sus medicamentos y a programar citas (que es lo que se hace actualmente), el paciente pasará de manera directa hacia adonde los diferentes Terapeutas de las diferentes áreas de atención:

**Paso 1.** El Paciente presenta documentación (tarjeta y certificado de cotizaciones, y cita médica) en el área de recepción o con referencia del médico general o especialista.

**Paso 2.** La persona de recepción capta los documentos y verifica que todos estén en orden y luego confirma asistencia en el sistema, por último proporciona un número correlativo, el cual indica el orden en que será atendido el paciente.

**Paso 3.** El paciente se presenta al área de enfermería y entrega el número asignado en recepción, para la preparación de su expediente.

**Paso 4.** La enfermera verifica la existencia del expediente para luego preparar al paciente (toma de la presión, peso y altura)

**Paso 5.** El paciente es ubicado según el orden en que será atendido.

**Paso 6.** El paciente ingresa al consultorio donde es atendido por el médico. El médico lo examina y le diagnostica el problema que tiene el paciente, en base a esto el médico extiende diferentes órdenes médicas (receta de medicamentos, referencias para otras especialidades, ficha técnica para programación de terapias).

**Paso 7.** El paciente sale del consultorio, entrega el cuadro a la enfermera.

**Paso 8.** La enfermera llena con los datos personales, sella la documentación y la devuelve al paciente.

**Paso 9.** El paciente se dirige a la farmacia para retirar su medicamento, luego pasa a programar horarios para terapias.

**Paso 10.** El paciente se traslada a las diferentes áreas de terapia física, en donde su tiempo de tratamiento no se excede de 20 min.

En la figura 7.9 se muestra el proceso de atención que sigue el paciente de consulta externa para ser atendido.

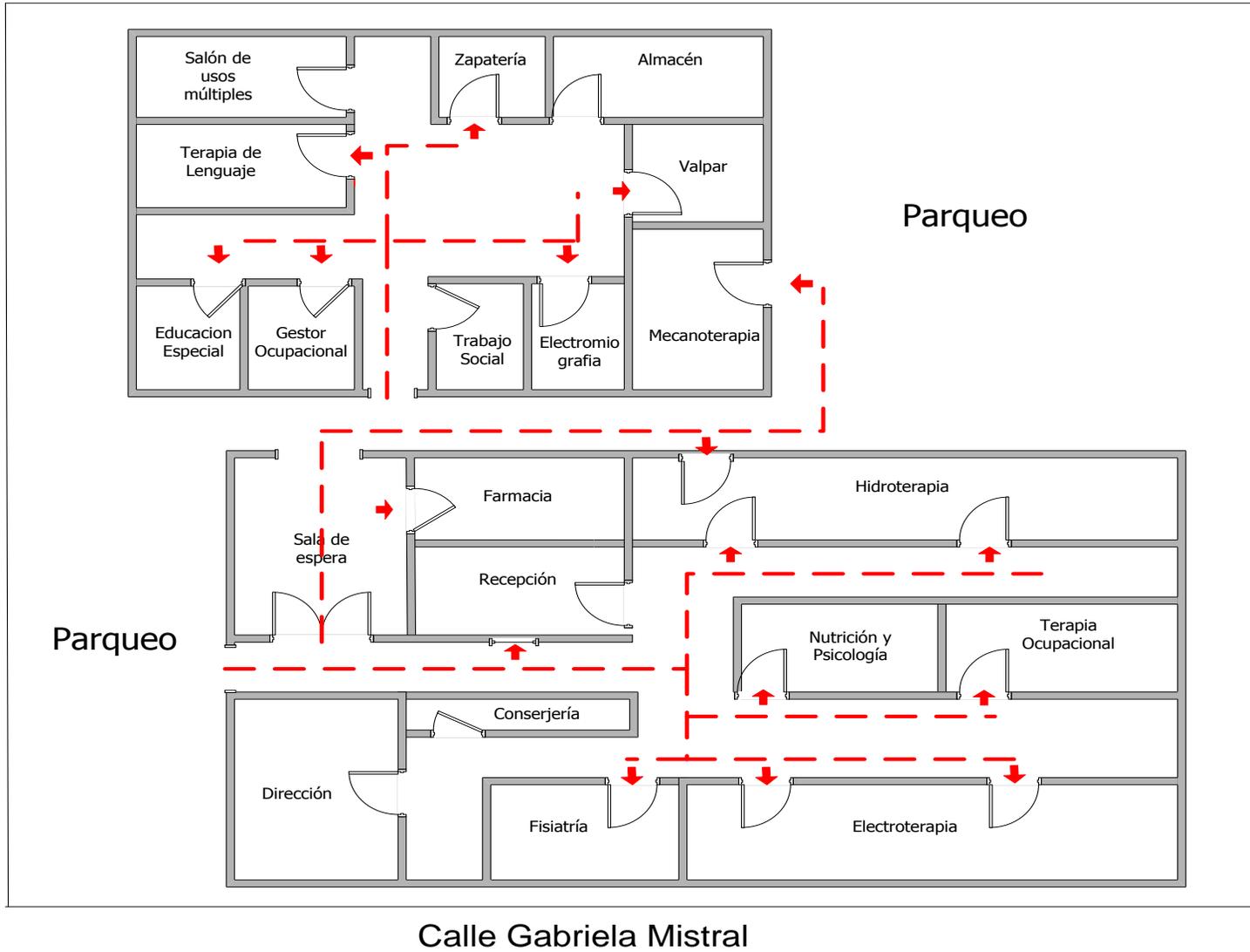
**b) Flujo de Personal, limpieza.**

En el caso de la UMFR del ISSS, los flujos existentes entre el personal de la unidad y el de limpieza son los mismos, esto debido a que el ultimo debe poseer libre acceso a todos los establecimientos con que cuenta la unidad para brindar su servicio, y por supuesto el personal de la unidad ya que debe apoyarse de forma conjunta con todos los establecimientos existentes, su acceso no posee ningún tipo de restricción, dicho flujo se ve en la figura 7.10.

**c) Flujo de personal Técnico**

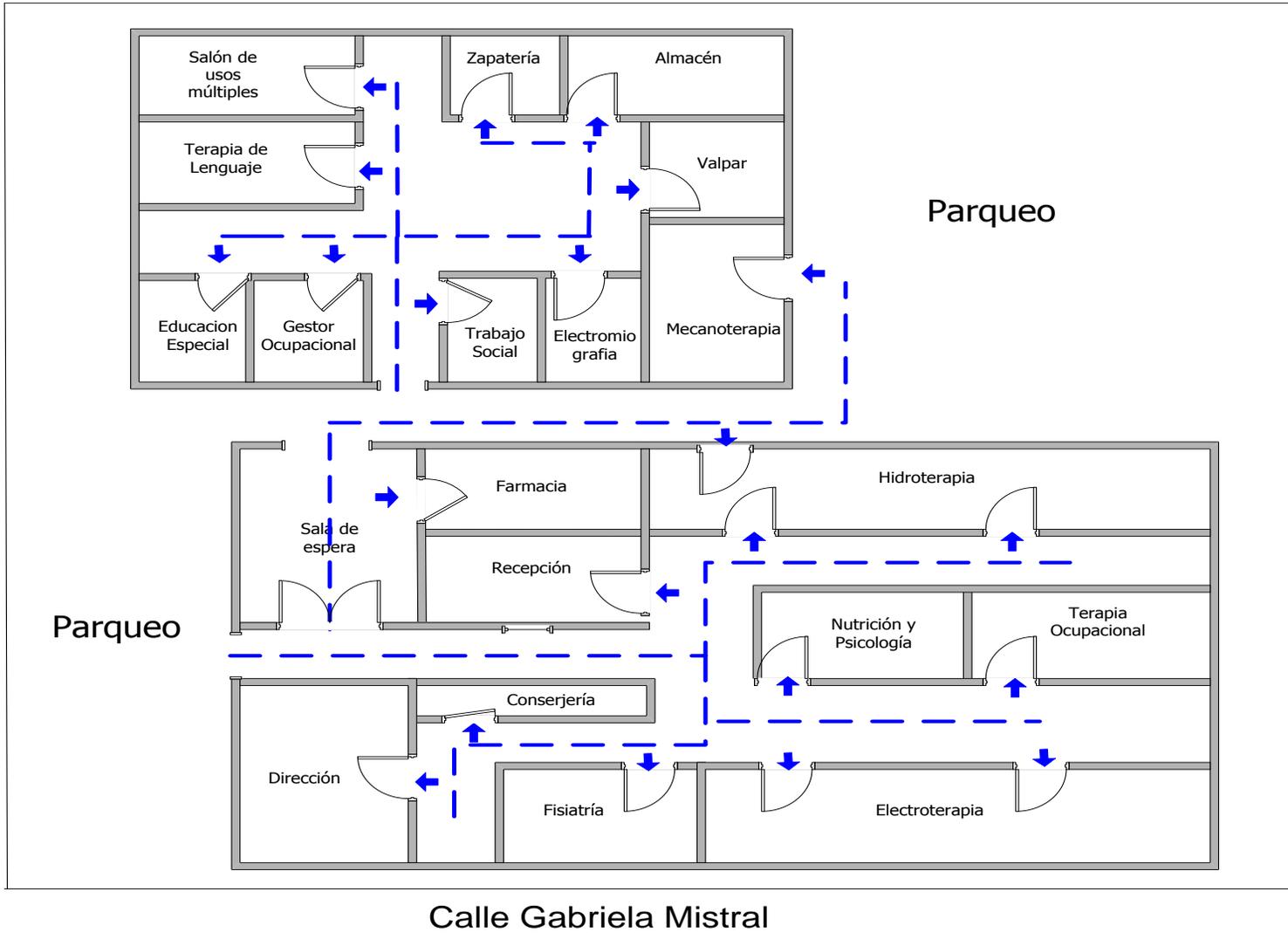
El flujo existente para el personal técnico posee pocas variantes en comparación con el personal de la unidad y el de limpieza, en este caso el técnico no se desplaza a ningún tipo de área administrativa, ni a la mayoría de áreas que comprenden el edificio de Rehabilitación profesional, con la excepción de: Mecanoterapia, Electromiografía y Zapatería. Dicho flujo se ve en la figura 7.11.

Alameda Juan Pablo Segundo



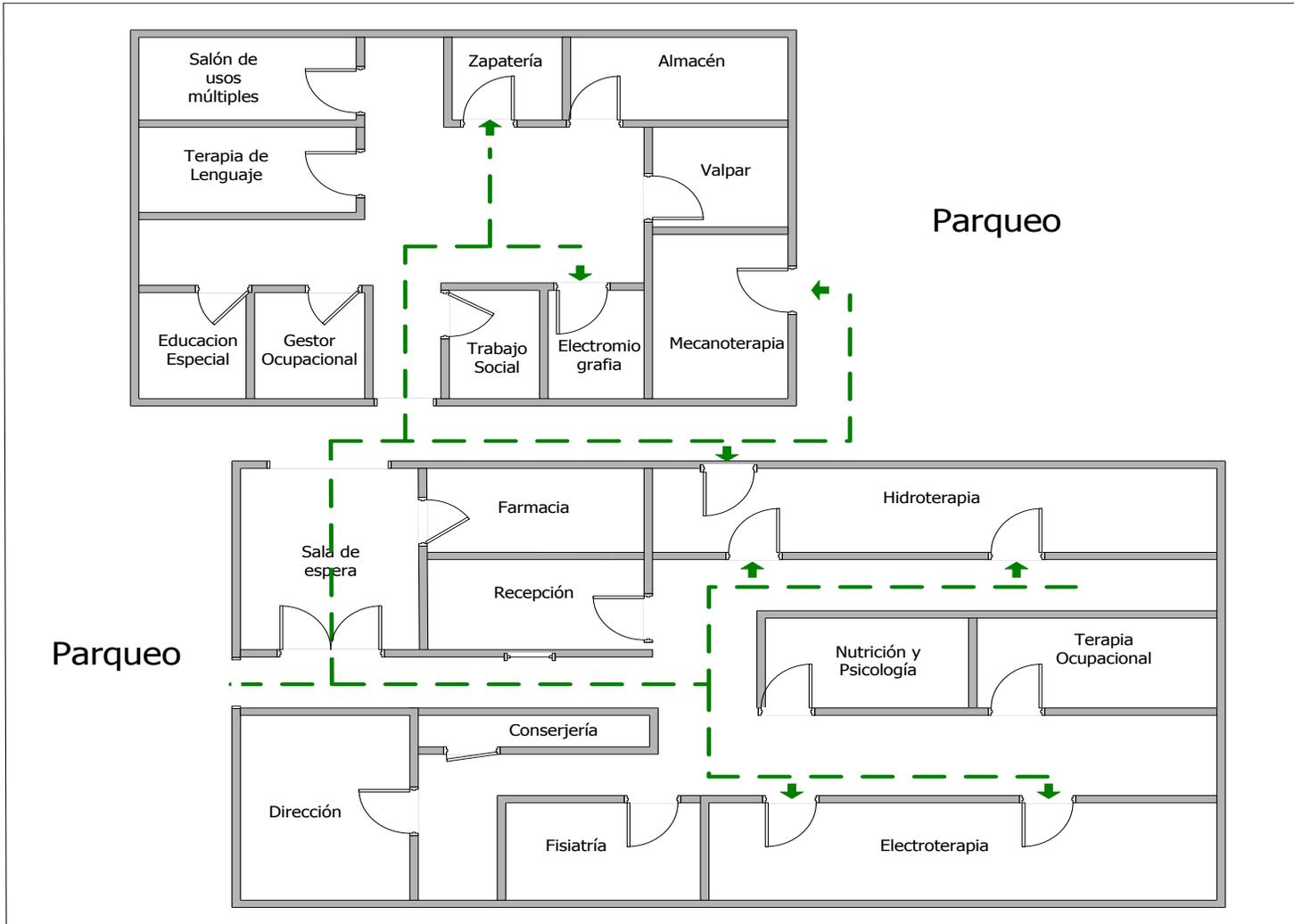
**Figura 7.9:** Flujo de Pacientes Consulta Externa UMFR del ISSS

Alameda Juan Pablo Segundo



**Figura 7.10:** Flujo de Personal y limpieza de UMFR del ISSS

Alameda Juan Pablo Segundo



Calle Gabriela Mistral

**Figura 7.11:** Flujo de Personal técnico de UMFR del ISSS

### 7.3.2.6 Tecnologías Utilizadas de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación de Instituto Salvadoreño del Seguro Social

Las tecnologías utilizadas en esta unidad son varias, y se muestran en la tabla 7.21.

Equipo	Marca	Años de existencia	Estado	Cantidad
<b>Hidroterapia</b>				
Tanque de compresas frías	Chattanooga	7	Funcional	5
Tanque de compresas calientes	Enraf Nonius	7	Funcional	6
Tanque de parafina	Enraf Nonius	7	No funcional	1
Tanque de remolino cuerpo entero	White-Hall	7	Funcional	3
Tanque de remolino miembros inferiores	White-Hall	7	Funcional	2
Tanque de remolino miembros superiores	White-Hall	7	2 Funcional/ 1 No Funcional	3
Diatermias	GBO Ultraterm 808i	7	Funcional	5
Ultrasonido	Rich Mar Ultrazone	8	Funcional	2
Corrientes combinadas	Enraf Nonius Tura pulso 492	6	Funcional	2
Corrientes diadinámicas	Endomed 581	6	Funcional	4

<b>Electroterapia</b>				
Diatermias	Enraf Nonius Curapuls 419/ GBO	7	Funcional	8
Ultrasonido	Rich Mar Ultrazone	8	Funcional	10
Lámparas Infrarrojas	Brand	8	Funcional	3
Tens	Chattanooga Intellect	8	Funcional	40
Electroestimulador	Rich Mar III E	7 \ 4	Funcional	3
Tanque de compresas frías	Chattanooga	7	Funcional	2
Tanque de compresas calientes	Chattanooga	7	Funcional	1
Patin		7	Funcional	6
<b>Gimnasio</b>				
Bicicleta Estacionaria	Magneton / Cirke	10	Funcional	9
Espejos	Sammons Preston	6	Funcional	3
Gradas	Sammons Preston	6	Funcional	2
Barras paralelas	Sammons Preston	5	Funcional	2
Rueda Marina	Sammons Preston	6	Funcional	1
Colchoneta	Sammons Preston	6	Funcional	1
Poleas	Sammons Preston	6	Funcional	1
Gradilla de pared	Sammons Preston	6	Funcional	1

<b>Zapatería</b>				
Maquina Industrial	Construcción nacional	10	Funcional	2
Pulidora de acabado	Construcción nacional	10	Funcional	1
Maquina de codo	Construcción nacional	10	Funcional	1
Maquina plana	Construcción nacional	10	Funcional	1
<b>VALPAR</b>				
Mesa de atornillado	Sammons Preston	8	Funcional	4
Mesa de alambrado	Sammons Preston	8	Funcional	4
Mesa de posición	Sammons Preston	8	Funcional	1
Bascula de fuerza paciente	Sammons Preston	8	Funcional	1

**Tabla 7.21:** Tecnologías Utilizadas de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación de Instituto Salvadoreño del Seguro Social

### **7.3.2.7 Carga de Trabajo de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS.**

La carga de trabajo que estuvo presente para el año 2006 en la unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS se presenta en la tabla 7.22. En esta se ve la cantidad y porcentaje de tratamientos anuales que se brindo en las diferentes áreas, también se muestra la cantidad realizada por modalidad de tratamiento.

En la tabla 7.23 se muestra además la población que fue atendida durante el 2006 en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS.

<b>Modalidades de tratamiento</b>	<b>Cantidad de tratamientos anuales</b>
<b>Electroterapia = 104,944 Tratamientos</b>	
Tens	16,236
Corrientes diadinamicas	18,060
Corrientes combinadas	17,184
Diatermia	24,688
Rayos Infrarrojos	2,772
Ultrasonido	26,004
<b>Hidroterapia = 79,648 Tratamientos</b>	
Tanque de Remolino cuerpo completo, miembros inferiores y superiores	33,684
Tanque de Parafina	2,500
Compresas Calientes	24,348
Compresas frias	19,166
<b>Mecanoterapia = 173,172 Tratamientos</b>	
Tracción Mecanica	2,500
Gimnasio y Ejercicios	171,672
<b>Terapia Ocupacional = 71,496 Tratamientos</b>	
Orientación para el hogar	23,220
Terapia recreativa	204
Terapia de Lenguaje	24,096
Destrezas y habilidades	23,964
Simulación laboral	12
<b>Suma Total de Tratamientos</b>	<b>429,260</b>

**Tabla 7.22:** Cantidad de tratamientos anuales en la unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS

<b>ISSS</b>	
<b>Unidad de Medicina Física y Rehabilitación</b>	
<b>Reporte de Atenciones en consulta externa para el año 2006</b>	
Electrofisiología	1884 pac.
Fisiatría	11352 pac.
Nutrición y dietas	4788 pac.
Psicología	2004 pac.
Rehabilitación profesional	756 pac.
<b>Total de pacientes atendidos en el 2006</b>	<b>20,784 pac.</b>

**Tabla 7.23:** Total de pacientes atendidos en consulta externa en el 2006

<b>Modalidades de tratamiento</b>	<b>Tiempos de tratamiento</b>
<b>Electroterapia</b>	
Tens	30 min.
Corrientes diadinamicas	20 min.
Corrientes combinadas	15 min.
Diatermia	20 min.
Rayos Infrarrojos	30 min.
Ultrasonido	10 min.
<b>Hidroterapia</b>	
Tanque de Remolino miembros inferiores y superiores	20 min.
Tanque de Parafina	20 min.
Compresas Calientes	20 min.
Compresas frías	20 min.

<b>Mecanoterapia</b>	
Tracción Mecánica	30 min.
Gimnasio	45 min.
<b>Terapia Ocupacional</b>	
Orientación para el hogar	60 min.
Terapia recreativa	60 min.
Terapia de Lenguaje	60 min.
Destrezas y habilidades	60 min.
Simulación laboral	60 min.
<b>Tiempo promedio de terapias MFR del ISSS</b>	30.8≈30 min

**Tabla 7.24:** Tiempos promedio de terapia UMFR del ISSS

Para la determinación de la carga de trabajo existente dentro de la Unidad de la unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS, se utilizará la población atendida anualmente en el Departamento (tabla 7.23), los días laborales<sup>7</sup> de la unidad, el número de tratamientos por consulta (según la investigación, actualmente se encuentran brindando 4 tratamientos por consulta), así como los tiempos promedio de terapia (tabla 7.24), entonces:

$$\frac{20,784 \text{ pac./año}}{233 \text{ Días laborales/año}} = 89.2 \text{ Pacientes al día}$$

$$89.2 \text{ Pacientes al día} \times 4 \text{ Tratamientos/consulta} = 356 \text{ Consulta por día}$$

$$\text{Carga de trabajo diaria} = \frac{356 \text{ Sesiones/día} \times 30 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 178 \text{ horas/día}$$

<sup>7</sup> En la actualidad a nivel nacional las instituciones de Salud Salvadoreño laboran 233 días, descontando las vacaciones y días feriados

#### **7.4 Diseño de un Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo**

Anteriormente se hizo mención acerca de los diferentes criterios que deben tomarse en cuenta al momento de diseñar ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, estos criterios serán utilizados de referencia para el diseño de un ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo.

El ambiente se encontrará ubicado dentro de un hospital de 3º nivel y formará parte del Departamento de Servicios de apoyo al diagnóstico y tratamiento. En esta unidad se pretende poseer las más comunes y representativas áreas con que cuentan los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación a nivel Salvadoreño, brindando por tanto una atención enfocada a las necesidades mayormente vistas en el país.

Las consideraciones que se aplicarán en el diseño del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo se presentarán en función de:

- a)** Nivel de atención del hospital
- b)** Tipología del hospital
- c)** Servicios que se interrelacionarán con el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación

En base a estas consideraciones se determinará:

- a)** Número de consultorios de Fisiatría, cantidad de terapistas y cubículos por área
- b)** Cálculo de Tecnologías a utilizar
- c)** Ambientes
- d)** Distribución de espacios
- e)** Cálculo de Instalaciones vitales

Además se desarrollará para ambiente propuesto:

- a)** Flujos en el ambiente

- b) Organización
- c) Modelo de Gestión

Las consideraciones en el diseño prototipo son las siguientes:

#### **7.4.1 Nivel de atención Del hospital**

El Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación será ubicado dentro de un hospital de tercer nivel, el cual representa la máxima categoría de atención en salud Salvadoreña; Se ubicará en función de este, debido a que posee la mayor cantidad de áreas, servicios y tecnologías para dichos ambientes, lo que permitirá brindar un enfoque de atención que abarque el mayor número de aspectos a considerar durante el diseño prototipo.

#### **7.4.2 Tipología hospitalaria**

El ambiente se encontrará localizado en un hospital del área metropolitana tipo vertical, ello debido a que la mayoría de las instituciones de salud a nivel nacional, poseen poca disponibilidad de espacios para edificaciones de tipo horizontal. La ubicación del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación será en la planta baja del establecimiento, debido a las necesidades especiales de los pacientes y público usuario, en donde los accesos a las diferentes áreas estarán libres de barreras de tipo arquitectónico, de igual forma se dispondrá de complementos que auxilien a los pacientes en sus traslados, poseerá acceso directo para ambulancias y un espacio abierto para la llegada de pacientes en vehículo.

#### **7.4.3 Servicios que se interrelacionarán dentro y fuera del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.**

##### **7.4.3.1 Interrelación externa**

Tendrá interrelación externa y de forma primaria con los servicios de Psicología y Trabajo social, e interrelaciones secundarias con varias

especialidades como Medicina Interna, Pediatría, Neurología, Traumatología Rayos X, Almacén, Ortopedia así como Salud en el trabajo.

#### 7.4.3.2 Interrelación interna

Se considerarán como servicios prioritarios de interrelación los mostrados en la tabla 7.25:

Área	Relación directa	Relación secundaria
Sala de espera y puesto de control	Consultorios, terapia ocupacional y sanitarios públicos	Mecanoterapia, Electroterapia e Hidroterapia
Vestidores y sanitarios de personal	Sala de espera	Consultorio y secciones de tratamiento
Consultorio de Examen	Sala de espera	Secciones de tratamiento
Área de Electroterapia	Sala de espera	Secciones de tratamiento
Terapia de Lenguaje	Control y estación de terapeutas	Secciones secas de tratamiento
Terapia Ocupacional	Estación de terapeutas	Áreas de terapia ocupacional
Área de Hidroterapia	Baños y vestidores y estación de terapeutas	Gimnasio
Área de Mecanoterapia	Electroterapia y estación de terapeutas	Baño y vestidores e hidroterapia
Cuarto de Aseo	Hidroterapia	Mecanoterapia
Baños y vestidores	Hidroterapia	Mecanoterapia

**Tabla 7.25:** Interrelaciones internas MFR

#### 7.4.4 Determinación del número de consultorios y cubículos por área

Para la determinación del número de cubículos con los que contará el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación será necesario conocer la carga de trabajo a manejar para la población a la cual se pretende dar cobertura.

Para el conocimiento de la carga de trabajo, la cual llevará a determinar el número de cubículos por especialidad, será necesario conocer los siguientes aspectos:

- a) Población a atender
- b) Horario de trabajo
- c) Tiempos promedio de tratamiento
- d) Días laborales
- e) Cantidad de consultas de Fisiatría
- f) Cálculo de consultorios de Fisiatría, cantidad de Terapistas y número de cubículos por área.

**a) Población a atender**

Se considerará de forma inicial la población a atender por todo el Hospital, para con esta cifra después determinar el porcentaje de atención que se direccionará hacia el ambiente de MFR prototipo.

Se supondrá una población inicial de 200,000 habitantes, pero para garantizar la efectividad del ambiente durante el transcurso del tiempo, se tomará en cuenta la tasa de crecimiento poblacional anual, establecido por la DIGESTYC<sup>8</sup>, la cual corresponde al 1.68 % de crecimiento anual; las proyecciones se harán para 10 años, como se muestra en la tabla 7.26.

En base a la tabla 7.26, se puede decir entonces, que el total de pacientes que atenderá el Hospital en que se ubicará el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, considerando para ello una tasa de crecimiento poblacional es de 236,256.5 Habitantes; esta población se aproximará a **240,000 Habitantes**.

---

<sup>8</sup> DIGESTIC: Dirección General de Estadísticas y Censos

<b>Año</b>	<b>Población actual X Porcentaje de Crecimiento anual</b>	<b>Aumento de Población por año</b>	<b>Población Total por año</b>
<b>Año 2007</b>	200,000*0.0168	3,360	203,360
<b>Año 2008</b>	203,360*0.0168	3,416.4	206,776.4
<b>Año 2009</b>	206,776.4*0.0168	3,473.8	210,249.8
<b>Año 2010</b>	210,249.8*0.0168	3,532.1	213,781.9
<b>Año 2011</b>	213,781.9*0.0168	3,591.5	217,373.4
<b>Año 2012</b>	217,373.4*0.0168	3,651.8	221,025.2
<b>Año 2013</b>	221,025.2*0.0168	3,713.2	224,738.4
<b>Año 2014</b>	224,738.4*0.0168	3,775.6	228,514.0
<b>Año 2015</b>	228,514.0*0.0168	3,839.0	232,353.0
<b>Año 2016</b>	232,353.0*0.0168	3,903.5	<b>236,256.5</b>

**Tabla 7.26:** Población total para 10 años

Para determinar el porcentaje de atención que atenderá exclusivamente el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, se evaluarán los siguientes criterios sugeridos así como los recaudados en la investigación de campo:

- 1.** Según criterio Mexicano brindado por Estévez-Corona en "Como Nace un Hospital", en el cual se menciona que 49.05 personas por cada 1000 hab. Pasan hacia Medicina Física y Rehabilitación, lo que equivale al 4.9 % de la población total del Hospital.
- 2.** Según los datos investigados para el caso del Hospital Nacional Zacamil, el porcentaje de atención para el área de Medicina Física y Rehabilitación es del 4.19% de la población total atendida.

Para la determinación del porcentaje de atención para el diseño prototipo, se elige el criterio brindado por Estévez-Corona, debido a que el investigado en el Hospital Zacamil, a pesar de ser un dato que refleja parte de la realidad nacional, en este Departamento de Fisioterapia no se brindan ciertos servicios que deberían ser prestados, por lo que hay cierto porcentaje de la población que no está siendo tomada en cuenta, a diferencia del criterio seleccionado, el cual sí abarca todas las ramas que se pretende cubrir en el prototipo. No se evalúa ningún criterio para el caso de la UMFR del ISSS, debido a que es una institución que exclusivamente recibe pacientes de esta especialidad, por lo que su porcentaje es del 100%.

Tomando de base entonces que el 4.9% de la población total, pasa al área de Medicina Física y Rehabilitación, la población total a cubrir por el diseño prototipo es:

$$\text{Población Total a atender para MFR} = 240,000 \times 0.049 = 11760 \text{ Pacientes}$$

### **b) Horario de atención**

Para la mejor optimización de los recursos tanto de personal como de tecnologías que en este ambiente se utilizarán, se optará por un horario de atención de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 7:00 p.m. equivalente a 12 horas de atención diaria.

### **c) Tiempos promedio de terapia**

Para determinar los tiempos de terapia, se han comparado los tiempos propuestos por el Departamento de Veteranos de Estados Unidos, así como los tiempos existentes en el Departamento de Fisioterapia del Hospital Zacamil y los utilizados en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), como se ve en la tabla 7.27. Los tiempos sugeridos por el Departamento de Veteranos difieren de forma considerable con los existentes a nivel nacional, debido posiblemente a un

mayor acceso a equipos, consecuencia directa de la mayor cantidad de recursos existentes para la creación de dichos ambientes, pero debido a que lo que se busca es diseñar un ambiente que cumpla en su mayoría con los requisitos mínimos para una atención de calidad sin dejar de lado los aspectos particulares existentes a nivel nacional, se ha decidido utilizar para el diseño Prototipo los tiempos sugeridos por el ISSS, dichos tiempos han sido normados para todos los establecimientos de Terapia Física o de Medicina Física y Rehabilitación a este pertenecientes, y la estandarización de los mismos se ha realizado en base a estudios a los diferentes centros de atención que estos poseen.

Modalidades de tratamiento	Tiempos de tratamiento UMFR del ISSS	Tiempos de tratamiento Departamento de Fisioterapia Zacamil	Tiempos de tratamiento Dpto.Veteranos EEUU	Tiempos de tratamiento UMFR Prototipo
Consulta Fisiatría	30 min.	N/A.	50 min.	30 min.
<b>Electroterapia</b>				
Tens	30 min.	30 min.	45 min.	30 min.
diadinamicas	20 min.	7 min.	45 min.	20 min.
Corrientes combinadas	15 min.	7 min.	45 min.	15 min.
Diatermia	20 min.	N/A	45 min.	20 min.
Rayos Infrarrojos	30 min.	20 min.	45 min.	30 min.
Ultrasonido	10 min.	5 min.	45 min.	10 min.
<b>Hidroterapia</b>				
Tanques de Remolino (completo,inferiores y superiores)	20 min.	N/A	60 min.	20 min.
Tanque de Parafina	20 min.	N/A	45 min.	20 min.
Compresas Calientes	20 min.	20 min.	45 min.	20 min.
Compresas frías	20 min.	20 min.	45 min.	20 min.
<b>Mecanoterapia</b>				
Tracción Mecánica	20 min.	30 min.	45 min.	30 min.
Gimnasio y Ejercicios	45 min.	30 min.	45 min.	45 min.
<b>Ocupacional</b>				
Orientación para el hogar	20 min.	N/A	45 min.	20 min.
Terapia recreativa	20 min.	N/A	45 min.	20 min.
Terapia de Lenguaje	20 min.	N/A	45 min.	20 min.
Destrezas y habilidades	20 min.	N/A	45 min.	20 min.
Simulación laboral	40 min.	N/A	90 min.	40 min.
<b>Tiempo promedio de terapias</b>	21.25≈22 min.	18.7≈19 min.	49.5≈50 min.	21.25≈22 min.

**Tabla 7.27:** Tiempos de terapia sugeridos para MFR

#### d) Días laborales al año

Para conocer los días laborales para los trabajadores públicos es necesario conocer los días de vacaciones y feriados, estos se muestran en la tabla 7.28 y suman 132 días, como se ve a continuación:

<b>Días Feriados</b>	<b>Días</b>
1 de Mayo	1
10 de Mayo	1
15 de Septiembre	1
2 de Noviembre	1
<b>Vacaciones</b>	<b>Días</b>
Semana Santa	8
Fiestas Agostinas	6
Fiestas Diciembre	10
Sábados y Domingos	104
<b>Total</b>	<b>132</b>

**Tabla 7.28:** Vacaciones y días feriados

Restando los días de vacaciones y asuetos a los 365 días del año tenemos los días laborales de la unidad de Medicina Física y Rehabilitación, es decir:

365 Días al año-132 días= **233 Días Laborales**

Entonces las horas disponibles para la atención de los pacientes en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación prototipo es:

233 Días x 12 horas diarias=**2796 Horas al año**

#### e) Cantidad de Consultas de fisiatría

Para establecer la cantidad de consultas a brindar en el consultorio de Fisiatría, se utilizará el índice sugerido por Estévez Corona, debido a que no se cuenta con un dato real para el caso del Seguro Social y Hospital

Zacamil, este índice menciona que por cada 1000 habitantes que pasan consulta dentro de todo el hospital, 16.41 de estas son realizadas en el consultorio de Fisiatría para el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.

**f) Cálculo de consultorios de Fisiatría, Cantidad de Terapistas y cubículos por área.**

Ahora se procederá a determinar la cantidad de consultorios de fisiatría, cantidad de terapistas y cubículos según el área de tratamiento, para el Ambiente Prototipo. Primero se realizará el cálculo de consultorios de Fisiatría, para ello se requiere:

- i. Población total del Hospital=240,000 hab.**
- ii. Cantidad de consultas de fisiatría=16.41 consultas al año/1000 hab.**
- iii. Días hábiles=233 días hábiles**
- iv. Horas jornada laboral=12 horas laborales**

Con estos datos, se dice:

$$\frac{240,000 \text{ hab} \times 16.41 \text{ consultas al año}}{1000 \text{ hab.}} = 3838.4 \approx 3838 \text{ Consultas al año}$$

$$\frac{3838 \text{ Consultas al año}}{233 \text{ Dias habiles}} = 16.47 \approx 17 \text{ Consultas al día}$$

Para determinar las horas consulta es necesario saber el número de consultas por horas, se investigó con la unidad de MFR del ISSS y mencionaron que la consulta fisiátrica oscila en los 30 min. Entonces:

$$\frac{17 \text{ Consultas al día}}{2 \text{ consultas por hora}} = 8.5 \approx 9 \text{ Horas consulta}$$

$$\frac{9 \text{ Horas consulta}}{12 \text{ Horas}} = 0.75 \approx 1 \text{ Consultorio de Fisiatria}$$

Después de calculados los consultorios de Fisiatría para el ambiente prototipo, se procederá a calcular la carga de trabajo que se operará, esto permitirá determinar la cantidad de recursos necesarios para cumplir con la demanda esperada. Para dicho cálculo se requiere:

- i. Población total del Hospital=**240,000 hab.**
- ii. Cantidad de tratamientos=**236.59 tratamientos al año/1000hab.**
- iii. Horas hábiles al año=**2796 horas hábiles al año**
- iv. Horas jornada laboral=**12 horas laborales**
- v. Tiempo promedio en terapias MFR=**30 min.**

Con estos datos se concluye:

$$\frac{240,000 \text{ Habitantes} \times 236.59 \text{ tratamientos al año}}{1000 \text{ Habitantes}} = 56,781.6 \text{ Tratamientos al año}$$

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{56,781.6 \text{ Tratamientos año} \times 30 \text{ min. promedio tratamiento}}{60 \text{ min.}} = 28,390 \text{ Hr. año}$$

$$\text{Cantidad de Terapistas ambiente} = \frac{28,390 \text{ Horas al año}}{2796 \text{ Horas al año}} = 10.15 \approx 10 \text{ Terapistas}$$

Aproximándose la cifra a 10 y no a 11 Terapistas, debido a que el cálculo ya se encuentra dimensionado para un margen de 10 años de atención efectiva.

Conocida la carga de trabajo y el número de terapistas para prestar los servicios, es necesario identificar los cubículos que existirán según el área de tratamiento, para ello se utilizará los porcentajes de tratamientos que se

realizan en cada una de ellas según Estévez-Corona en "Como nace un hospital", además es necesario conocer los siguientes datos:

- i. Cantidad de tratamientos al año= **56,781.6 tratamientos al año**
- ii. Tiempo promedio de terapia por área= **(Tabla 7.27)**
- iii. Horas al año jornada laboral = **2796 horas al año**

Porcentajes de tratamientos por área:

- i. 70% de los Tratamientos se realizan en Electroterapia
- ii. 40% a Hidroterapia
- iii. 50% a Mecanoterapia
- iv. 20% a terapia ocupacional

Ahora se procederá a realizar el cálculo de cubículos y áreas para cada una de estas:

▪ **Cubículos de Electroterapia**

$$56,781.6 \text{ Tratamientos al día} \times 70\% = 39,747 \text{ Tratamientos Electroterapia al año}$$

$$\frac{39,747 \text{ Tratamientos Electroterapia al año} \times 30 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 19,873 \text{ Horas al año}$$

$$\frac{19,873 \text{ Horas al año}}{2796 \text{ Horas a laño}} = 7.10 \approx 7 \text{ Cubículos de Electroterapia}$$

No aproximándose a 8 cubículos por el margen de atención efectiva para 10 años.

La determinación de espacios para el caso de las Diatermias, se determinará mediante el conocimiento de la cantidad de estas que existirán para el ambiente, lo cual será calculado posteriormente.

- **Cubículos para Hidroterapia**

$$56,781.6 \text{ Tratamientos al día} \times 40\% = 22,712 \text{ Tratamientos Hidroterapia al año}$$

$$\frac{22,712 \text{ Tratamientos Hidroterapia al año} \times 30 \text{ min.}}{60 \text{ min.}} = 11,356 \text{ Horas al año}$$

$$\frac{11,356 \text{ Horas al año}}{2796 \text{ Horas a laño}} = 4.06 \approx 4 \text{ Cubículos de Hidroterapia}$$

- **Cálculo del área de Mecanoterapia**

Para el caso de Mecanoterapia, no se calcula cantidad de cubículos, sino el área total necesaria para la atención de los pacientes, para ello se utilizará el criterio recomendado por Estévez-Corona, el cual menciona que se debe estimar un espacio por persona de 2.5 m<sup>2</sup>. Para el conocimiento del área a utilizar según la demanda, se utilizará el índice recomendado por Estévez, el cual menciona que por cada 1000 habitantes, 49 de ellos se acercan hacia Medicina Física y Rehabilitación. Conociendo esto, se calcula:

$$\frac{240,000 \text{ Habitantes} \times 49 \text{ Pacientes al año}}{1000 \text{ Habitantes}} = 11,760 \text{ Pacientes MFR Prototipo}$$

$$\frac{11,760 \text{ Pacientes al año} \times 50\%}{233 \text{ días al año}} = 25 \text{ Personas al día}$$

Estas 25 personas no se encontrarán juntas en la misma área en el mismo tiempo, usualmente se forman grupos de 15 personas, por lo que el área a calcular será enfocada al máximo de personas a estar en Mecanoterapia, es decir 15 personas. Entonces si se dice que 2.5 m<sup>2</sup> son asignados por persona, las dimensiones serán de 40 m<sup>2</sup>

- **Cálculo del área de Terapia Ocupacional**

En Terapia Ocupacional de igual forma no se determinará cubículos sino que áreas, por lo que el proceso de obtención de la cantidad de personas y el área a disponer será el mismo, entonces:

$$\frac{240,000 \text{ Habitantes} \times 49 \text{ Pacientes al año}}{1000 \text{ Habitantes}} = 11,760 \text{ Pacientes MFR Prototipo}$$

$$\frac{11,760 \text{ Pacientes al año} \times 20\%}{233 \text{ días al año}} = 10 \text{ Personas al día}$$

Lo que seria equivalente a un espacio de 25.2 m<sup>2</sup> para Terapia Ocupacional.

#### **7.4.5 Determinación del número de tecnologías dentro del Ambiente Prototipo.**

Para el cálculo de las tecnologías o equipos que conformarán el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo, se recurrirá a los datos recopilados en la tabla 7.22, ella contiene la cantidad de tratamientos anuales que se realizan por equipo en la unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS, estos se utilizarán para determinar el porcentaje de tratamientos que son brindados por cada tecnología, lo cual permitirá conocer la cantidad necesaria para cubrir la demanda de los mismos.

Se aclara que solo se realizará el cálculo de las tecnologías que mayormente son utilizadas dentro de los ambientes investigados, a pesar de que en otros existan otro tipo de tecnologías; la inclusión de un equipo o equipos a un ambiente en específico, dependerá exclusivamente del tipo de patologías mayormente tratadas, pero el proceso para obtención de la cantidad de las mismas no variará. Para el caso particular de los ambientes estudiados, se verifica que ciertas tecnologías como láser, rayos ultravioleta, entre otros, no

son muy utilizados, por que lo que su adquisición llevaría a una sub-utilización de los mismos.

Para el conocimiento de la cantidad de tecnologías que existirán en la Unidad Prototipo se requiere:

- i. Tratamientos al año en MFR Prototipo=**56,781 tratamientos al año**
- ii. Horas hábiles al año=**2796 horas hábiles**
- iii. Tiempos por tecnología= **Tabla 7.27**
- iv. Suma total de Tratamientos por área=**Tabla 7.22**
- v. Porcentajes de tratamiento de MFR:

70% de los Tratamientos se realizan en Electroterapia

40% a Hidroterapia

50% a Mecanoterapia

20% a terapia ocupacional

Se iniciará con el cálculo de las tecnologías utilizadas en el área de Electroterapia. La primera tecnología a evaluar es Corrientes Diadinamicas (C.D), para conocer la cantidad de ellos para cubrir la demanda, se requiere primero conocer la cantidad de tratamientos que serán efectuados en el área de Electroterapia, por tanto se realiza lo siguiente:

$$56,781 \text{ Tratamientos al año} \times 70\% = 39,747 \text{ Tratamientos realizas en Electroterapia}$$

Ahora se necesita saber que cantidad de estos tratamientos son brindados por C.D, para ello se recurrirá a los datos brindados por la unidad de MFR del ISSS (tabla 7.22), en ella se ve que la suma total de tratamientos en electroterapia es de 104,944 y de estos 18,060 son dedicados a Corrientes Diadinamicas, entonces, el porcentaje suministrado es:

$$\frac{18,060 \text{ tratamientos } C.D \times 100\%}{104,944 \text{ tratamientos electro}} = 17.2\% \text{ tratamientos brindados } C.Dinamicas$$

Encontrado el porcentaje, se procede a multiplicar los tratamientos que serán realizados en electroterapia por el ambiente prototipo y con ello conocer los que se efectuarán con C.Diadinamicas:

$$39,747 \text{ tratamientos electroterapia} \times 17.2\% = 6836.4 \text{ Tratamientos } C.Dianinamicas$$

Ya conocidos los tratamientos realizados con Corrientes Diadinamicas, es necesario establecer la cantidad para satisfacer la demanda, para lo cual se utilizará el tiempo de terapia de esta (tabla 7.27) y las horas laborales al año del ambiente, entonces:

$$\frac{6836.4 \text{ Tratamientos con } C.D \times 20 \text{ min. terapia}}{60 \text{ min.}} = 2278.8 \text{ h/año}$$

$$\frac{2278.8 \text{ h/año}}{2796 \text{ dias laborales}} = 0.81 \approx 1 \text{ Equipo de Corriente Diadinamica}$$

Realizando este mismo procedimiento para todas las tecnologías consideradas resulta la tabla 7.29, así:

Electroterapia						
Equipo	Cantidad de Tratamientos al año UMFR del ISSS	Porcentaje de Tratamientos	Tratamientos al año Prototipo	Horas de Tratamiento al año Prototipo	Resultado	Cantidad de Equipos
TENS	16,236.0	15%	6,149.3	3,074.7	1.1	2
Corrientes Diadinamicas	18,060.0	17%	6,840.1	2,280.0	0.8	1
Corrientes Combinadas	17,184.0	16%	6,508.4	1,627.1	0.6	1
Diatermia	24,688.0	24%	9,350.5	3,116.8	1.1	2
Rayos Infrarrojos	2,772.0	3%	1,049.9	524.9	0.2	1
Ultrasonido	26,004.0	25%	9,848.9	4,924.4	1.8	2

**Tabla 7.29:** Cantidad de Tecnologías para Electroterapia en UMFR Prototipo

El procedimiento no cambia para las tecnologías utilizadas en Hidroterapia, pero si varía el porcentaje total de Tratamientos que se realizan en ella, el cual es del 40%, el cálculo para cantidad de Tanques de Remolino (T.R) es el siguiente:

$$56,781 \text{ Tratamientos al año} \times 40\% = 22,712 \text{ Tratamientos realizados en Hidroterapia}$$

Para conocer la cantidad de tratamientos realizados por Tanques de Remolino, se utiliza de nuevo la tabla (tabla 7.27), en ella se ve que la suma total de tratamientos en Hidroterapia 79,648 y de estos 2,500 son brindados por tanques de remolino, entonces, el porcentaje suministrado por estos es:

$$\frac{33,684 \text{ tratamientos T.R} \times 100\%}{79,648} = 42.2\% \text{ tratamientos brindados T.Remolino}$$

Entonces los tratamientos realizados por los tanques de remolino son:

$$22,712 \text{ tratamientos Hidroterapia} \times 42.2\% = 9605 \text{ Tratamientos T.Remolino}$$

Conocidos estos, se establece la cantidad para satisfacer la demanda, utilizando la tabla 7.27 y las horas laborales al año del ambiente, se tiene:

$$\frac{9605 \text{ Tratamientos con T.Remolino} \times 20 \text{ min. terapia}}{60 \text{ min.}} = 3201 \text{ h/año}$$

$$\frac{3201 \text{ h/año}}{2796 \text{ dias laborales}} = 2 \text{ Tanques de Remolino}$$

Realizando este mismo procedimiento para todas las tecnologías consideradas en Hidroterapia resulta la tabla 7.30, así:

Hidroterapia						
Equipo	Cantidad de Tratamientos al año UMFR del ISSS	Porcentaje de Tratamientos	Tratamientos al año Prototipo	Horas de Tratamiento al año Prototipo	Resultado	Cantidad de Equipos
Tanque de Parafina	2,500.00	3.14%	712.9	237.6	0.1	<b>1</b>
Compresas Calientes	24,348.00	30.57%	6942.9	2314.3	0.8	<b>1</b>
Compresas Frías	19,116.00	24.00%	5451.0	1817.0	0.7	<b>1</b>
Tanques de Remolino	33,684.00	42.29%	9605.2	3201.7	1.2	<b>2</b>

**Tabla 7.30:** Cantidad de Tecnologías para Hidroterapia

Para el caso del equipamiento utilizado en Mecanoterapia, no se determinará la cantidad exacta de cada uno de los equipos que en esta se utilizan, debido a que no se posee información estadística como lo ocurrido en las tecnologías utilizadas en electroterapia e hidroterapia, en donde se tiene un control ordenado sobre los tratamientos realizados por cada uno de los equipos que en estas áreas se encuentran; por tanto, solo se establecerá la cantidad total a existir para toda Mecanoterapia, y la disposición de las cantidades según el equipo (por ejemplo bicicletas) quedará a criterio de lo consultado a los diferentes Terapistas de ambas unidades estudiadas. El único caso especial y del cual si se conoce un porcentaje de tratamientos, es el equipo de tracción Mecánica, y de este si se establecerá la cantidad necesaria para cubrir la demanda.

Para conocer la cantidad total de equipos para Mecanoterapia se sigue el mismo procedimiento realizado en las otras áreas, pero al igual que Hidroterapia, Mecanoterapia posee su propio porcentaje de tratamientos efectuados, el cual es del 50%. Por tanto, para determinar la cantidad total de equipos:

$56,781 \text{ Tratamientos al año} \times 50\% = 28,390 \text{ Tratamientos realizados en Mecanoterapia}$

En Gimnasio y ejercicios, se realizan, según la tabla 7.22, 170,672 tratamientos de un total de 173,172 tratamientos brindados en Mecanoterapia, entonces, el porcentaje para gimnasio y ejercicios es:

$$\frac{170,672 \text{ tratamientos Gimnasio} \times 100\%}{173,172 \text{ Tratamientos Mecanoterapia}} = 98.5 \text{ tratamientos brindados Gimnasio}$$

Entonces, para sacar la cantidad de tratamientos dados en gimnasio:

$$28,390 \text{ tratamientos Mecanoterapia} \times 98.5\% = 27,900 \text{ Tratamientos Gimnasio}$$

La cantidad de equipos a utilizar en Gimnasio y ejercicios será:

$$\frac{27,900 \text{ Tratamientos con Gimnasio} \times 45 \text{ min. terapia}}{60 \text{ min.}} = 702620,925 \text{ h/año}$$

$$\frac{702620 \text{ h/año}}{2796 \text{ dias laborales}} = 8 \text{ Equipos de Gimnasio}$$

La tabla 7.31 muestra la cantidad de equipos para el área de Mecanoterapia

Mecanoterapia						
Equipo	Cantidad de Tratamientos al año UMFR del ISSS	Porcentaje de Tratamientos	Tratamientos al año Prototipo	Horas de Tratamiento al año Prototipo	Resultado	Cantidad de Equipos
Traccion Mecanica	2,500.00	1.44%	408.7	204.3	0.1	<b>1</b>
Gimnasio y Ejercicios	170,672.00	98.27%	27900.4	20925.3	7.6	<b>8</b>

**Tabla 7.31:** Cantidad de equipos para el área de Mecanoterapia

#### **7.4.6 Áreas y locales que conformarán el ambiente**

Las áreas y locales que conformarán el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo son:

##### **a) Espera y Control de Pacientes**

Debe existir un área en donde se reciban a los pacientes tanto de consulta externa como de hospitalización, además de llevar el control y llenado de expediente clínico, orientación sobre actividades a realizar por parte del paciente después de consulta, programación de citas, entre otras.

##### **b) Espacio para camillas y sillas de ruedas**

Es importante tomar en cuenta un local para estacionar sillas de ruedas y camillas, tanto para pacientes internos como los de consulta externa.

##### **c) Consultorio de Fisiatría**

Es esencial un consultorio en donde el médico fisiatra examine y diagnostique a los pacientes que acuden por primera vez, así como para brindar seguimiento durante el transcurso del tratamiento asignado.

##### **d) Consultorio de Psicología**

Los pacientes con discapacidad o algún grado de discapacidad necesitan ayuda continua a nivel emocional, debido a que estos tienden a deprimirse, lo que puede afectar de forma considerada al tipo de tratamiento que se le este suministrando..

##### **e) Jefatura**

Es necesario incluir un área de jefatura, en donde se encontrará localizado todo el personal administrativo, como es el caso del jefe del ambiente junto a su secretaria.

**f) Electroterapia**

Existirá un área de electroterapia la cual estará destinada a tratar a pacientes con disfunciones relacionadas con: Hipotrofia, contracturas de diferentes etiologías, dolor químico o mecánico, lesiones de nervios, desgarros tisulares, entre otras.

**g) Hidroterapia**

Se ubicará dentro del ambiente el área de Hidroterapia para la atención a pacientes que debido a una patología determinada no se puedan mover o han perdido la movilidad de los músculo por algún padecimiento, pacientes con problemas de espalda y cuello, con lesiones deportivas, entre otras.

**h) Mecanoterapia**

Es necesaria un área para el trato a pacientes que se desee recuperen su funcionalidad motriz, así como habilidades manuales, fuerza muscular, coordinación, etc. Para ello es necesario disponer de una sala equipada tipo gimnasio, en la cual se realizarán ejercicios personalizados para aliviar la variedad de patologías.

**i) Terapia Ocupacional**

Se necesita una sección en donde se brinde atención a pacientes mediante diversas técnicas que busquen el desarrollo e incremento de sus habilidades disminuidas o perdidas a consecuencia de una patología. Entre estas técnicas se encuentran aquellas que le permiten un reentrenamiento para el aseo propio, así como para vestirse y alimentarse, entre otras actividades que les permiten llevar una vida mucho más independiente.

**j) Estancia terapeutas**

Este local es necesario debido a que funcionará como lugar de descanso para terapeutas, el cual les permitirá relajarse entre un tratamiento y otro, además de servirles para consumir sus alimentos.

**k) Depósito de Equipos y Materiales**

Este servirá para guardar equipos, repuestos y accesorios de las tecnologías utilizadas dentro del ambiente

**l) Vestidores y servicios sanitarios para pacientes y personal**

Estos servirán para que los pacientes así como el personal cambien su ropa. Los sanitarios estarán adaptados para ser utilizados para pacientes así como personal con discapacidad.

**m) Colocación de férulas**

Esta local servirá para la colocación y remoción de férulas y yesos, esta área atiende a pacientes a los cuales dentro del ambiente se les ha prescrito estos.

**n) Cuarto de Limpieza**

Este servirá para guardar toda la indumentaria necesaria para mantener limpias las instalaciones (áreas como locales) del ambiente.

**o) Ropa Limpia**

En el se depositarán toda la ropa limpia como ropa, sábanas y toallas utilizadas para los tratamientos.

**p) Ropa Sucia**

En el se depositarán la ropa, sábanas y toallas usadas para los tratamientos, así como todos los desechos producidos por el ambiente.

**7.4.6 Distribución de espacios y Distribución arquitectónica**

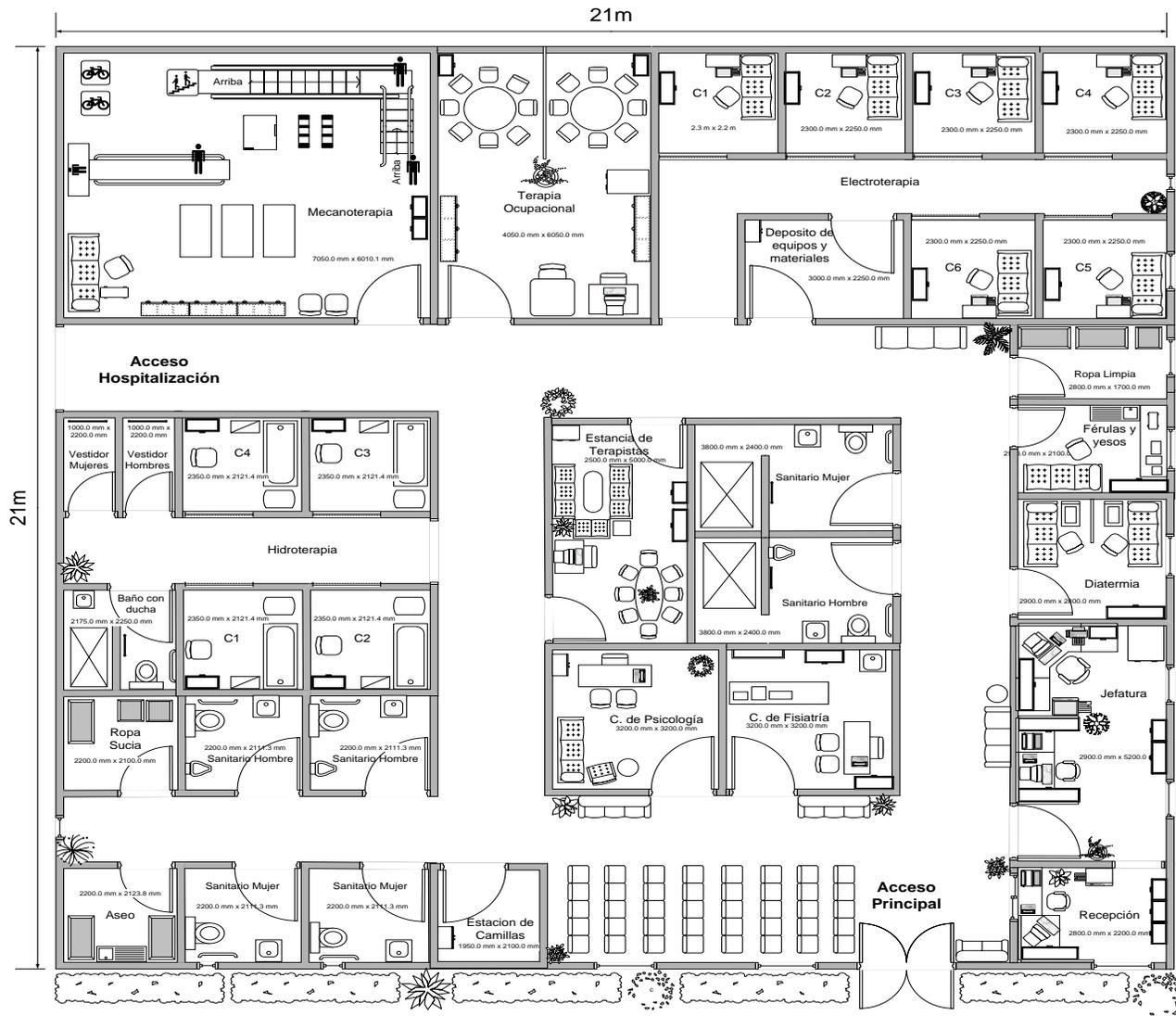
Para la determinación de áreas y espacios, se considerarán los criterios expuestos al inicio del capítulo, los cuales se retoman a continuación en la tabla 7.32 y se emplearán en la figura 7.12. Los criterios en cuanto a dimensiones para el diseño prototipo se comparan con los existentes actualmente en la

unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS y del Departamento de Fisioterapia del Hospital Zacamil, con el fin de identificar las semejanzas o diferencias entre lo propuesto y lo investigado en dichos centros de Salud. Mm  
m<sup>2</sup>

<b>Áreas</b>	<b>Dimensiones Hospital Zacamil</b>	<b>Dimensiones UMFR del ISSS</b>	<b>Dimensión individual por área o local a utilizar en Prototipo</b>	<b>Cantidad de áreas y locales para Prototipo</b>	<b>Dimensión total por área o local a en Prototipo</b>
Sala de espera	15 m <sup>2</sup>	37.3 m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>	1	24 m <sup>2</sup>
Recepción	2 m <sup>2</sup>	8.3 m <sup>2</sup>	6.2 m <sup>2</sup>	1	6.2 m <sup>2</sup>
Camillas y sillas de ruedas	N/A	14.5 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	1	4 m <sup>2</sup>
Consultorio fisiatría	N/A	9.9 m <sup>2</sup>	11.2 m <sup>2</sup>	1	11.2 m <sup>2</sup>
Jefatura	N/A	59.1 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>	1	15 m <sup>2</sup>
Consultorio de Psicología	N/A	8.81 m <sup>2</sup>	11.2 m <sup>2</sup>	1	11.2 m <sup>2</sup>
Estación de terapeutas	N/A	77.5 m <sup>2</sup>	12.5 m <sup>2</sup>	1	12.5 m <sup>2</sup>
Colocación de férulas y yesos	N/A	N/A	6 m <sup>2</sup>	1	6 m <sup>2</sup>
Deposito de equipos y materiales	4.2 m <sup>2</sup>	3.15 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>	1	7 m <sup>2</sup>
Vestidores pacientes y personal	2.5 m <sup>2</sup>	4.4 m <sup>2</sup>	3.3 m <sup>2</sup>	4	13.2 m <sup>2</sup>
Sanitarios pacientes, personal y publico en general para hombres y mujeres	4.5 m <sup>2</sup>	4.4 m <sup>2</sup>	4.7 m <sup>2</sup>	7	32.9 m <sup>2</sup>
Cuarto ropa sucia	N/A	5.6 m <sup>2</sup>	4.7 m <sup>2</sup>	1	4.7 m <sup>2</sup>
Cuarto ropa limpia	N/A	5.6 m <sup>2</sup>	4.7 m <sup>2</sup>	1	4.7 m <sup>2</sup>
Cuarto de limpieza	N/A	5.6 m <sup>2</sup>	4.7 m <sup>2</sup>	1	4.7 m <sup>2</sup>

<b>Mecanoterapia</b>					
Área total de Mecanoterapia	47.5 m <sup>2</sup>	66.3 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>	1	40 m <sup>2</sup>
<b>Terapia ocupacional</b>					
Área total de terapia ocupacional	N/A	61.6 m <sup>2</sup>	24 m <sup>2</sup>	1	24 m <sup>2</sup>
<b>Electroterapia</b>					
Cubículos electroterapia	4.5 m <sup>2</sup>	4.2 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup> c/u	7	42 m <sup>2</sup>
Cubículos Diatermia	4.5 m <sup>2</sup>	4.2 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup> c/u	1	8 m <sup>2</sup>
<b>Hidroterapia</b>					
Cubículos de Hidroterapia	N/A	4 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup> c/u	4	24 m <sup>2</sup>
Área de Circulaciones					145.4 m <sup>2</sup>
<b>Área Total</b>					<b>441 m<sup>2</sup></b>

**Tabla 7.32:** Áreas y espacios a tomar en cuenta en el Diseño Prototipo



**Figura 7.12:** Distribución arquitectónica Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Prototipo

### 7.4.6.2 Comparación General del ambiente de MFR Prototipo con los ambientes visitados.

Después de propuesto el ambiente de Medicina Física y Rehabilitación prototipo, se procederá a realizar una comparación entre el ambiente sugerido y los investigados a nivel nacional, brindando con ello una idea de que tan cerca se encuentran estos en el cumplimiento de normas o criterios sugeridos por entidades internacionales.

Hay que mencionar que muchas de las normas o criterios propuestos, en la medida de lo posible fueron adaptadas a las necesidades reales contempladas dentro del estudio. En la tabla 7.33 se muestra dicha comparación:

Criterios Ambiente Medicina Física y Rehabilitación	Unidad Prototipo	Unidad de Fisioterapia Hospital Zacamil	Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS
Áreas con que cuenta la unidad	Espera y Control de Pacientes, Espacio para camillas y sillas de ruedas, Consultorio de Fisiatría, Jefatura, Psicología, Electroterapia, Hidroterapia, Mecanoterapia, Terapia Ocupacional, Colocación de ferulas y yesos, Depósito de Equipos y Materiales, vestidores y servicios higiénicos para pacientes, vestidores y Servicios sanitarios para personal, cuarto de Limpieza, cuarto séptico (Ropa Sucia)	Sala de espera, recepción, Bodega, cuarto para compresas/cuarto de descanso, cubículos sin área definidas, Baño	Electroterapia, hidroterapia, Mecanoterapia, terapia ocupacional, terapia de lenguaje, Educación especial, zapatería, VALPAR, Gestion Ocupacional, Psicología, Nutrición, Fisiatría, Electromiografía Dirección, recepción, Sala de espera, Archivo clínico, Almacén, Farmacia, Bodega, Salón de usos múltiples, Salón de descanso, Consejería.
Aplicación Clínica de la Unidad	Unidad de Medicina Física y Rehabilitación para Hospital de 3º Nivel	Unidad de Fisioterapia para Hospital de 2º Nivel	Unidad central de Medicina Física y Rehabilitación (Unidad autónoma)
Dimensiones de cubículos	6 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	4.27 m <sup>2</sup>
Piso	Semiduro, tipo loseta	Loseta de Cemento	Loseta de Cemento
Altura de Tomacorriente	1 m <sup>2</sup>	0.4 m <sup>2</sup>	1.2 m <sup>2</sup>
Iluminación	Fluorescente tubular	Fluorescente tubular	Fluorescente tubular
Ancho de puertas	1.2 m <sup>2</sup>	0.9 m <sup>2</sup>	0.9 m <sup>2</sup>
Aire acondicionado	Shiller o Split	No posee	No posee

**Tabla 7.33:** Comparación ambiente prototipo con ambientes estudiados

## 7.4.7 Instalaciones Vitales

### 7.4.7.1 Cálculo del consumo de agua para el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.

Para determinar el consumo de agua en el ambiente, es necesario determinar el consumo de agua de los tanques que se encontrarán en Hidroterapia, los cuales son: 1 Tanque de remolino de cuerpo completa, 1 Tanque de remolino para miembros inferiores y 1 Tanque de remolino para miembros superiores.

#### 7.4.7.1.1 Consumo de agua para tanque de inmersión completa:

Para determinar el consumo de agua para el tanque de remolino, es necesario conocer ciertos aspectos que se muestran en la tabla 7.34:

<b>Capacidad de tanque</b>	105 Galones
<b>Número de tratamientos a realizar</b>	20 Tratamientos al día
<b>Consumo de agua</b>	105 GAL x 20 Tratamientos= 2100 GAL/día
<b>Cantidad de galones para limpieza</b>	Considerando 20 galones para limpieza= 20 GAL x 20 tratamientos=400 GAL
<b>Total consumo por día</b>	2500 GAL/día
<b>Horas hábiles por día</b>	12 horas hábiles/día
<b>Duración de ciclo de tratamiento</b>	12 horas/20tratamientos=0.6 horas
<b>Minutos para cada ciclo de tratamiento</b>	0.6 horas=36 min.
<b>Ciclo de tratamiento</b>	Tiempo de llenado+Tiempo de tratamiento+Tiempo de vaciado +Tiempo de aseo

**Tabla 7.34:** Aspectos a considerar para consumo de agua

Con base a lo anterior los tiempos mínimos (los cuales fueron consultados a las terapistas de la UMFR del ISSS) para cada ciclo serán como se muestra en la siguiente tabla 7.35:

Ciclo	Tiempo
Llenado	8 minutos
Tratamiento	20 minutos
Vaciado	2 minutos
Aseo	6 minutos
<b>TOTAL</b>	<b>36 minutos</b>

**Tabla 7.35:** Tiempos mínimos tanque remolino para cuerpo completo

Entonces, se puede decir:

Tiempo de llenado=8 min.

$$\frac{105 \text{ Galones}}{8 \text{ min}} = 13.125 \frac{\text{Gal}}{\text{min.}} = 0.83 \frac{\text{Litros}}{\text{seg.}}$$

#### **7.4.7.1.2 Consumo de agua para tanque de remolino miembros superiores:**

Para determinar el consumo de agua del tanque de remolino para miembros superiores, es necesario conocer ciertos aspectos que se muestran en la tabla 7.36: Hay que mencionar que para este caso, no será necesario el llenado y vaciado del tanque con la misma intensidad que el de cuerpo completo, ya que se considera que el riesgo de contagio de algún tipo de patología micótica es lo suficientemente baja para considerar solamente dos llenados y vaciados, con esta consideración, se procede a calcular el consumo de agua:

<b>Capacidad de tanque</b>	45 Galones
<b>Número de llenados</b>	2 llenados al día
<b>Consumo de agua</b>	45 GAL x 2 llenados= 90 GAL/día
<b>Cantidad de galones para limpieza</b>	Considerando 5 galones para limpieza= 5 GAL x 2 llenados=10 GAL
<b>Total consumo por día</b>	100 GAL/día
<b>Horas hábiles por día</b>	12 horas hábiles/día
<b>Ciclo de tratamiento</b>	Tiempo de llenado+Tiempo de vaciado +Tiempo de aseo

**Tabla 7.36:** Aspectos a considerar para consume de agua

Para este tanque que solamente se llena y vacía 2 veces en el día, independientemente del número de tratamientos a realizar, se propondrá tiempos ideales para llenado, vaciado y aseo como se muestra en la tabla 7.37:

<b>Ciclo</b>	<b>Tiempo</b>
Llenado	5 minutos
Vaciado	1 minutos
Aseo	3 minutos
<b>TOTAL</b>	<b>9 minutos</b>

**Tabla 7.37:** Tiempos ideales para llenado, vaciado aseo.

Entonces, se puede decir:

Tiempo de llenado=5 min.

$$\frac{45 \text{ Galones}}{5 \text{ min}} = 9 \frac{\text{Gal}}{\text{min.}} = 0.57 \frac{\text{Litros}}{\text{seg.}}$$

#### 7.4.7.1.3 Consumo de agua para tanque para miembros inferiores:

Para determinar el consumo de agua para el tanque de remolino de miembros inferiores, es necesario conocer ciertos aspectos que se muestran en la tabla 7.38:

<b>Capacidad de tanque</b>	10 Galones
<b>Número de tratamientos a realizar</b>	20 Tratamientos al día
<b>Consumo de agua</b>	10 GAL x 20 Tratamientos= 200 GAL/día
<b>Cantidad de galones para limpieza</b>	Considerando 5 galones para limpieza= 5 GAL x 20 tratamientos=100 GAL
<b>Total consumo por día</b>	300 GAL/día
<b>Horas hábiles por día</b>	12 horas hábiles/día
<b>Duración de ciclo de tratamiento</b>	12 horas/20tratamientos=0.6 horas
<b>Minutos para cada ciclo de tratamiento</b>	0.6 horas=36 min.
<b>Ciclo de tratamiento</b>	Tiempo de llenado+Tiempo de tratamiento+Tiempo de vaciado +Tiempo de aseo

**Tabla 7.38:** Aspectos a considerar para consume de agua

Con base a lo anterior los tiempos mínimos para cada ciclo serán como se muestra en la tabla 7.39:

Ciclo	Tiempo
Llenado	6 minutos
Tratamiento	22 minutos
Vaciado	2 minutos
Aseo	6 minutos
<b>TOTAL</b>	<b>22 minutos</b>

**Tabla 7.39:** Tiempos mínimos para cada ciclo

Entonces, se puede decir:

Tiempo de llenado=3 min.

$$\frac{10 \text{ Galones}}{6 \text{ min}} = 1.66 \frac{\text{Gal}}{\text{min.}} = 0.10 \frac{\text{Litros}}{\text{seg.}}$$

Un resumen de los consumos y caudales de llenado se muestran en la tabla 7.40:

Equipo	Consumo	Caudales de llenado a cumplir
tanque de inmersión completa	2,500 galones por día	0.83 litros/Segundo
tanque de inmersión miembros superiores	100 galones por día	0.57 litros/Segundo
tanque de inmersión miembros inferiores	300 galones por día	0.10 litros/Segundo
<b>TOTAL</b>	<b>2,900 galones por día = 10,976.5 litros/día</b>	<b>0.83 litros/Segundo es el caudal más crítico y que habría que asegurar que se cumpla en Hidroterapia.</b>

**Tabla 7.40:** Consumo y Caudales de llenado

La importancia del consumo total de agua para Hidroterapia, es que a partir de este dato, se conocerá la cantidad de agua caliente necesaria para realizar las terapias, en este caso, se determinó que la cantidad de agua caliente debe ser de 1450 Gal/día o 5488.2 Litros/día, lo que es equivalente a la mitad del caudal a ser suministrado, ya que la temperatura utilizada en Hidroterapia es una mezcla entre agua fría y caliente.

#### **7.4.8 Flujos Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Prototipo**

Con base en la importancia de los flujos para el buen desempeño de la unidad, como se mencionó de forma inicial en este capítulo, los flujos que existirán en la unidad de Medicina Física y Rehabilitación prototipo serán:

- a)** Ingreso o egreso de pacientes
- b)** Llegada o salida de miembros del personal (médico, terapéutico y administrativo)
- c)** Llegada o salida del personal técnico de mantenimiento
- d)** Llegada o salida de insumos o instrumentación.

##### **7.4.8.1 Ingreso o Egreso de pacientes**

El ingreso o egreso de pacientes pueden ser desde diferentes puntos específicos:

- i.** Consulta externa
- ii.** Hospitalización
- iii.** Referencia de otros hospitales o clínicas

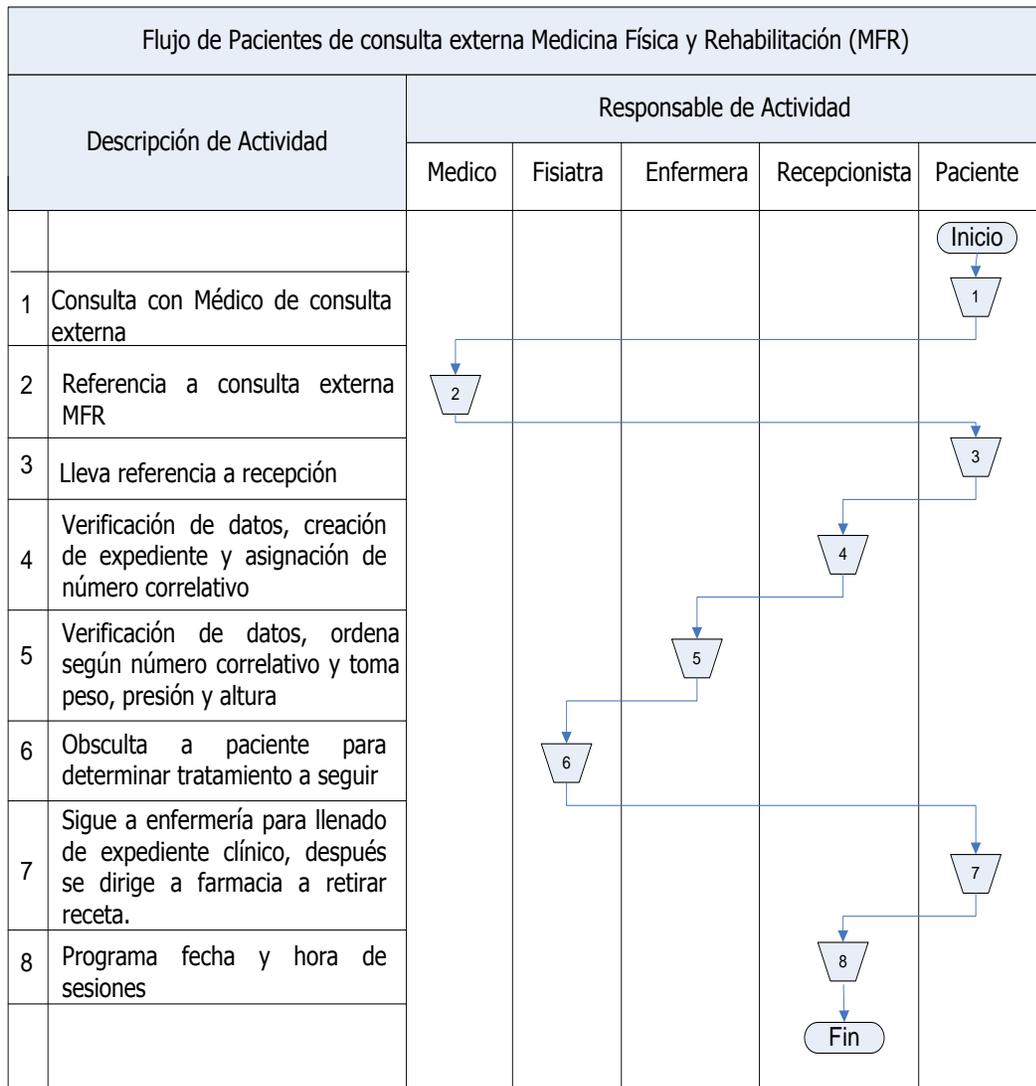
### **i. Consulta Externa**

El paciente de consulta externa iniciará su proceso en la entrevista con el médico de consulta externa del hospital, quien realizará una breve inspección, este remitirá al paciente a Medicina Física y Rehabilitación mediante la extensión de una solicitud de remisión, tal solicitud será llevada por el paciente a la recepción del área de MFR, la recepcionista verificará los datos del paciente, aperturará su expediente clínico y brindará un número correlativo el cual indica el orden en que será atendido, seguidamente debe desplazarse hasta enfermería adonde entrega su número y su expediente, este es llenado con datos como toma de presión, peso y altura mientras espera su turno de atención. Al ingresar al consultorio el médico Fisiatra realizará un estudio y determinará si es necesario solamente suministrar medicamentos, gestionar su referencia a otras especialidades o la entrega de la ficha para asignación de terapias. El paciente saldrá del consultorio, entregará cuadro a enfermera y esta lo llenará con los datos personales del paciente, según sea lo que ha determinado el médico fisiatra y la devuelve al paciente, este se dirigirá a farmacia a retirar su medicamento y después programar horarios de terapias si ese es el caso. El flujo de pacientes de consulta externa se muestra en la figura 7.13.

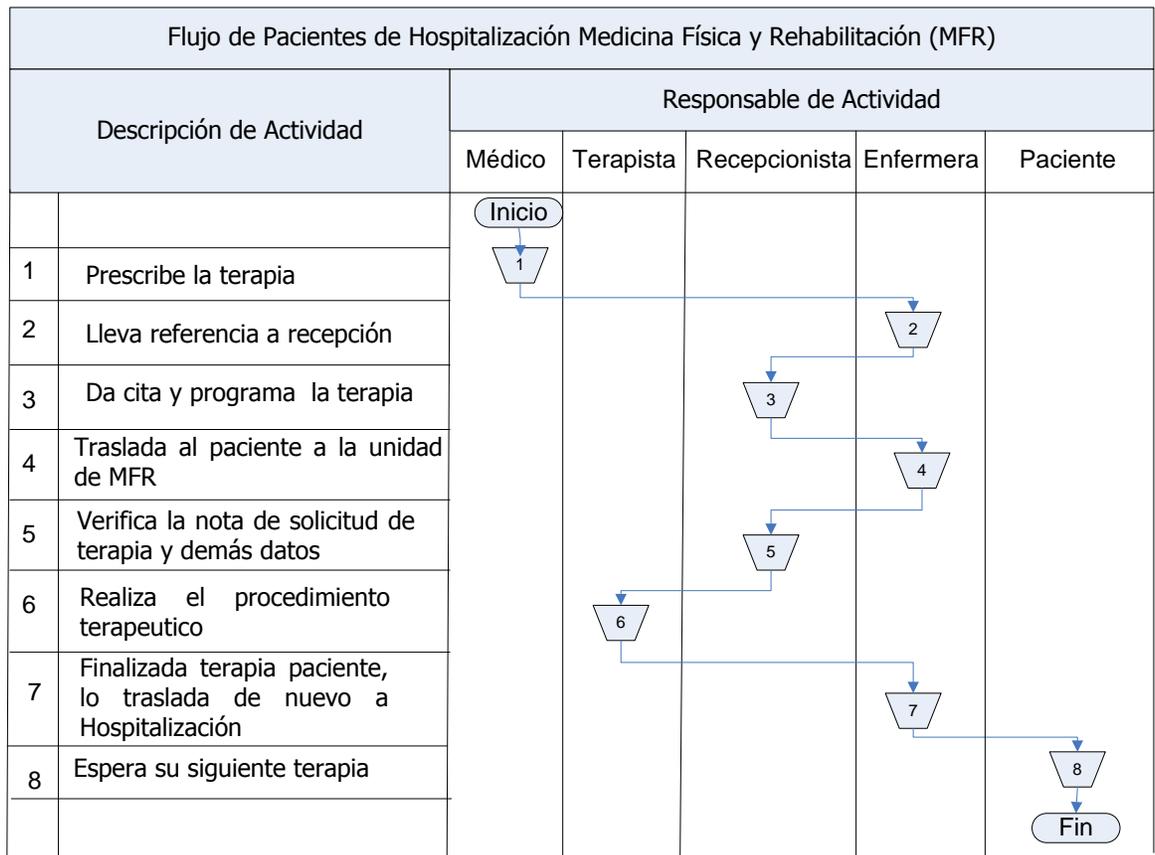
### **ii. Hospitalización**

Los pacientes de Hospitalización efectuarán las visitas al ambiente de Medicina Física y Rehabilitación en fechas programadas, esto es cuando el médico les ha prescrito algún tipo de terapia. Dichas citas serán programadas en un horario en específico para evitar unión entre los flujos de hospitalización y consulta externa, por tanto estas se realizarán en la tarde, debido a que hay menos afluencia de personal de consulta externa, según comentan terapeutas de los ambientes estudiados. El acceso al servicio de Medicina será a través del acceso a Hospitalización. El

transporte de estos pacientes será en camilla o silla de ruedas, seguidamente pasarán directamente a los cubículos de terapia, y al concluir la terapia, será conducido nuevamente a Hospitalización. El flujo de pacientes de hospitalización se muestra en la figura 7.14



**Figura 7.13:** Flujo pacientes consulta externa



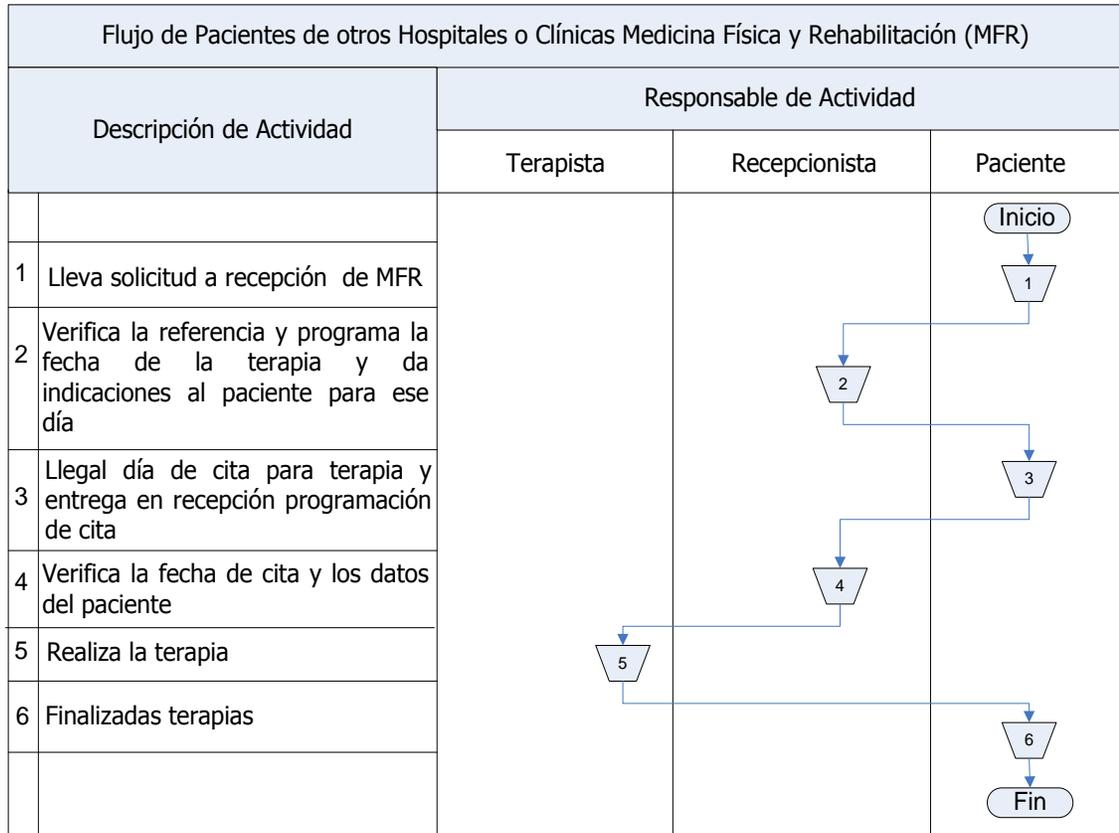
**Figura 7.14:** Flujo pacientes Hospitalización

### iii. Referencia de otros Hospitales o clínicas

El paciente que es referido de otro hospital o clínica iniciará su proceso en la recepción de Medicina Física y Rehabilitación, en esta entregará la referencia dada por su médico para que se le practique la terapia, donde se programará la fecha de realización de la misma.

El día de la cita el paciente llegará al departamento de MFR y entregará la orden de su cita en recepción para que la recepcionista verifique los datos del paciente mientras este aguarda en la sala de espera a que le llegue su turno de tratamiento. Cuando el paciente pase a que se le realice la terapia, el terapeuta le indicará el vestidor si fuera necesario. Luego de finalizada la/s terapia/s, los resultados serán llevados al médico que lo

prescribió, esto lo realizará el mismo paciente. El flujo de pacientes referidos de otro hospital o clínica se muestra en la figura 7.15.



**Figura 7.15:** Flujo de pacientes de otros Hospitales o clínicas a MFR

#### 7.4.8.2 Llegada o salida de miembros del personal (médico fisiatra, terapeutas y personal administrativo)

En cuanto a la llegada y salida de terapeutas y médicos fisiatras, esta se realizará por el pasillo interno de la unidad, el cual conecta de forma directa con los vestidores del personal y con ello agiliza el proceso de atención a pacientes.

El fisiatra y terapeutas deben poseer un flujo de información desde archivo clínico así como de recepción para obtener información de los pacientes.

En cuanto al personal de enfermería se recurrirá a él, cuando existan pacientes procedentes de hospitalización, en los que se necesitará apoyo o auxilio para trasladarlos hasta la unidad en donde se realizará la terapia.

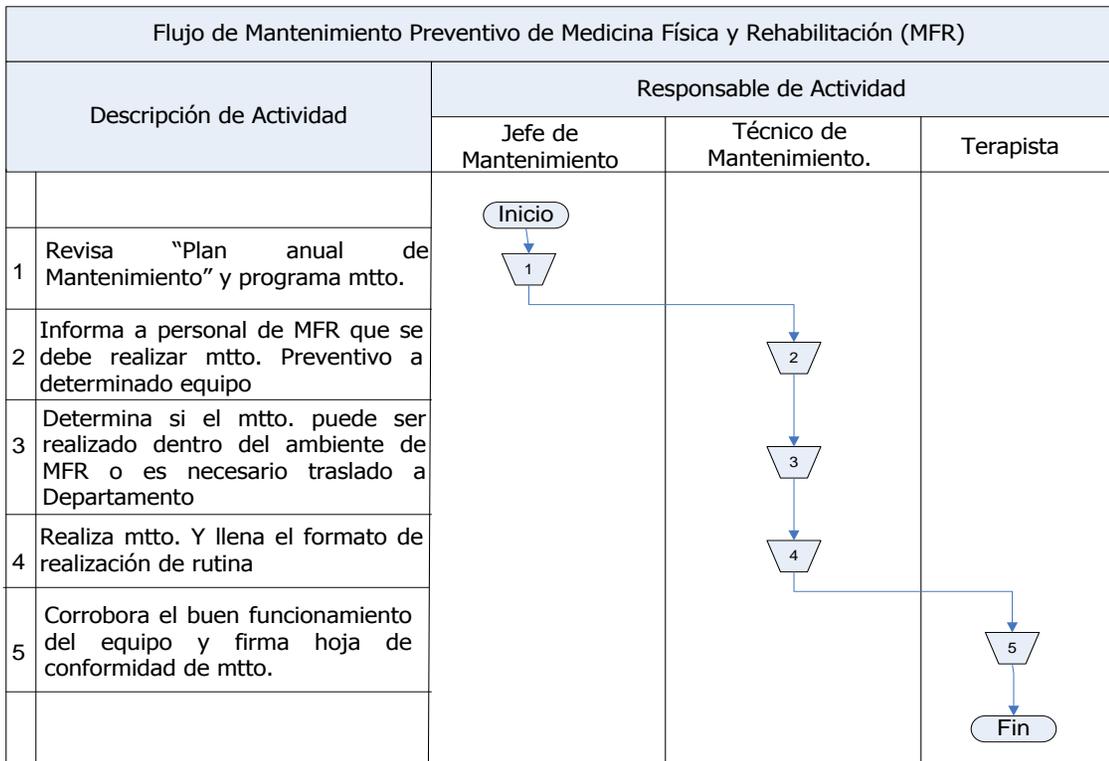
El personal administrativo lo comprende la recepcionista y secretaria, Este personal tendrá su acceso por la entrada principal y de ellos dependerá el flujo de información de los pacientes para la asignación y programación de las terapias. Así mismo, proveerán asistencia administrativa al fisiatra y terapistas si estos lo requieren.

#### **7.4.8.3 Llegada o salida del personal de mantenimiento.**

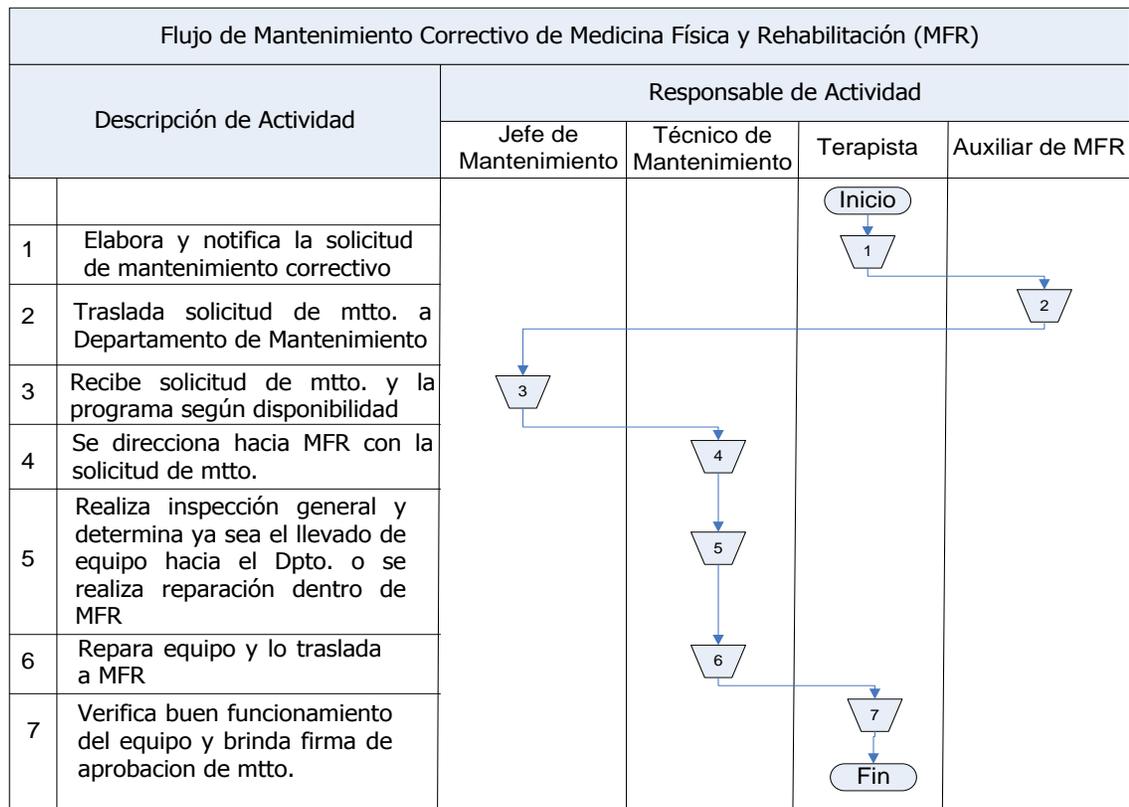
El técnico de mantenimiento realiza visitas a las instalaciones preferiblemente por la entrada principal, este realiza inspecciones para mantenimiento preventivo o correctivo, o tareas de supervisión de mantenimiento, ya sea de equipo o de las tecnologías que lo rodean. En la figura 7.16 y 7.17 se ve el flujo de personal técnico para mantenimiento preventivo y correctivo.

#### **7.4.8.4 Llegada o salida de insumos o instrumentación.**

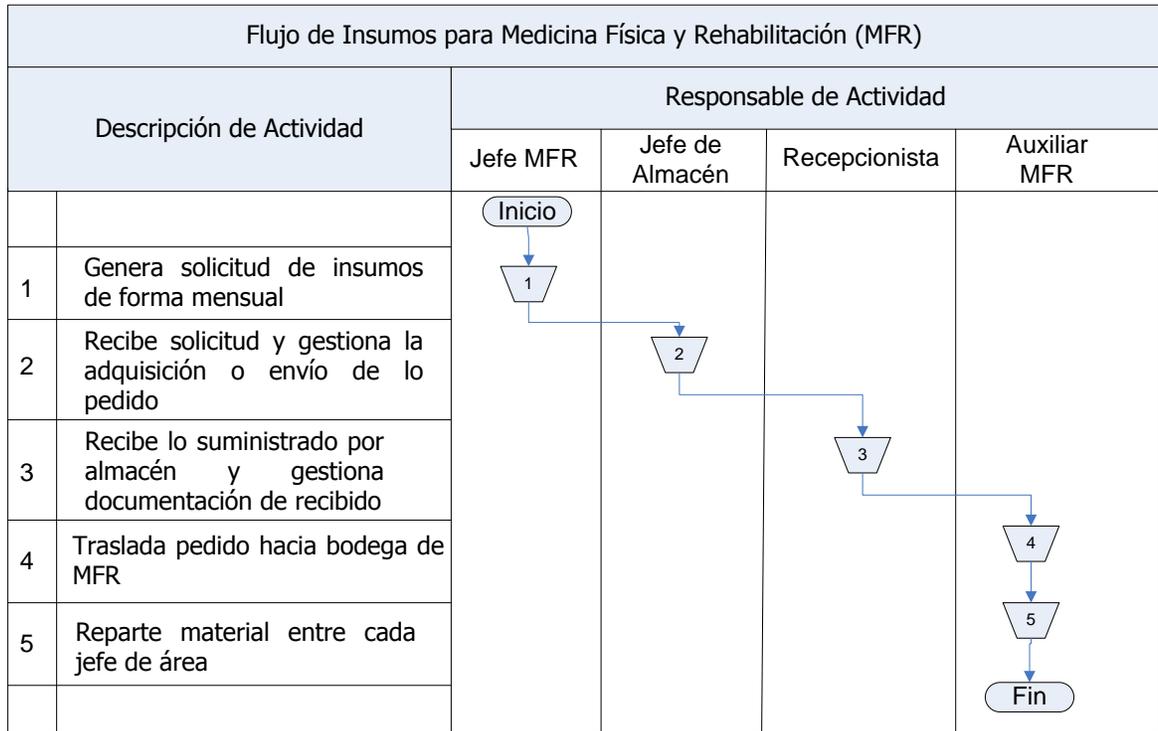
El material o instrumentación necesaria para las terapias, es solicitado por una requisición; la cual es cada semestral, esto depende de las proyecciones, del alcance de las metas establecidas por el departamento, de la capacidad instalada y del recurso humano. Este material se pide a almacén central para un cierto período y se guarda en la bodega del departamento. El flujo de insumos se ve en la figura 7.18



**Figura 7.16:** Flujo técnico para mantenimiento preventivo

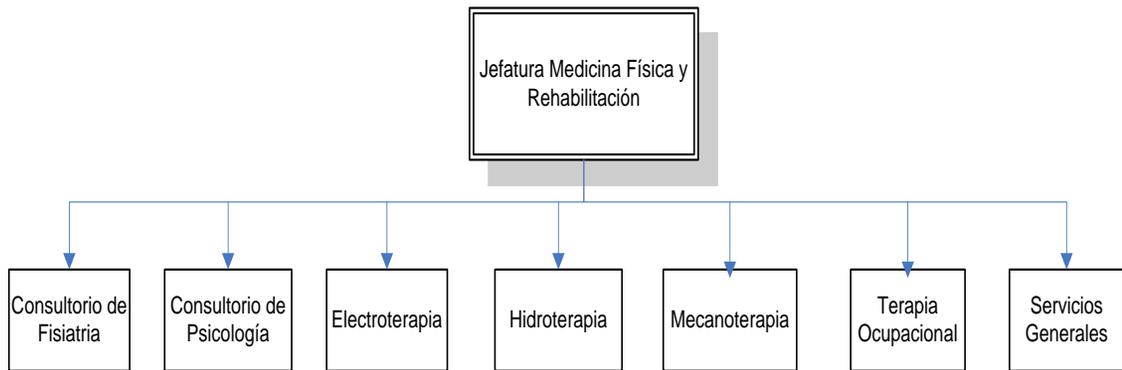


**Tabla 7.17:** Flujo de técnico para mantenimiento correctivo



**Figura 7.18:** Flujo de insumos UMFR prototipo

#### 7.4.9 Organización del Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación Prototipo



**Figura 7.19:** Organigrama Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Prototipo

En la figura 7.19 se aprecia la organización a nivel de áreas para el Ambiente de Medicina Física y Rehabilitación (UMFR) Prototipo, en ella se

contemplan las 4 áreas de atención principales: Hidroterapia, Mecanoterapia, Electroterapia, Terapia Ocupacional, consultorio de Psicología y consultorio de Fisiatría. Su ubicación dentro del ambiente se justifica al hecho de que a nivel nacional estas son las áreas con mayor demanda a nivel de servicios prestados por las UMFR. Esta aseveración se hace cierta al analizar dos servicios a nivel metropolitano (que es adonde se concentra la mayor cantidad de población a nivel nacional), en ellas se puede identificar mediante la evaluación de las estadísticas de sus tratamientos brindados, que estas áreas poseían un porcentaje considerable dentro del total de las ofertadas.

A parte de las áreas antes mencionadas, se encuentran dentro del organigrama los servicios generales, entre los cuales se han considerado: colocación/retiro de yesos y férulas, estación de terapeutas, estación de sillas de ruedas, cuartos de ropa limpia, sucia y de limpieza, baños para pacientes, personal y de sala de espera. Recepción tiene relación directa con jefatura.

En la figura 7.19 se puede visualizar también la organización general del ambiente a nivel de personal, en el se puede identificar de forma jerárquica al Jefe del ambiente, el cual será el encargado de gestionar cualquier tipo de trámite administrativo para la unidad, además de velar por el buen funcionamiento de todo el servicio. En orden descendente se tiene al médico fisiatra, facultado para evaluar en todos los aspectos que corresponden a la salud tanto física como emocional del paciente, este se encontrará a cargo de prescribir todos los tratamientos, cantidad de terapias así como tiempos de tratamiento. El técnico terapeuta se encargará de suministrar todas las terapias a los pacientes que visiten la unidad, llevará un control sobre los progresos de estos los cuales serán remitidos de forma periódica al médico fisiatra. Existirá un jefe de área para cada uno de los

ambientes que posee la unidad, esto con el fin de llevar un mejor control sobre los recursos y mejorar la comunicación entre jefatura y personal técnico, mediante la intervención del encargado del área. Los servicios generales de igual forma estarán controlados por la jefatura, quien se mantendrá pendiente de las necesidades que estos tengan a nivel de insumos necesarios para el buen funcionamiento del ambiente.

Se pretende dentro de la organización brindar un servicio de 12 horas diarias, que difiere en mucho a los servicios existentes, en los cuales la atención se limita a 8 horas diarias, lo que en muchas ocasiones puede contribuir a la sub-utilización del equipamiento así como de los recursos.

Por último se puede mencionar que el objetivo principal de e la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación prototipo es buscar la restauración máxima de la persona con discapacidad, de forma tanto física como vocacional.

#### **7.4.10 Modelo de Gestión**

La gestión hospitalaria dentro de los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación va enfocada, al igual que en otros ambientes, a brindar el mayor grado de calidad en cuanto a la prestación de servicios. La gestión dentro de los ambientes de Medicina Física puede verse desde muchos aspectos, como puede ser la gestión de: recursos humanos, de costos, de procedimientos, gestión de compra de insumos y cualquier tipo de actividad que se realice dentro del ambiente.

Para el caso de la gestión del personal, será necesario crear un comité de apoyo a jefatura, el cual estará conformado por todos los jefes de área que componen la unidad, esto con el fin de que cada cierto tiempo se evalúen y creen las metas a cumplir durante el resto del año y que según el pasar del tiempo, dichos objetivos sean evaluados para determinar si se cumplió este, y si no fue así, que medidas se pueden tomar para su alcance.

El comité de igual forma será el encargado de determinar y estudiar las necesidades tanto a nivel de equipamiento, personal, insumos, infraestructura, entre otras.

De igual manera el comité evaluará la posibilidad de contrato a terceros, esto con el fin de determinar si ciertos servicios serán suministrados por entidades fuera de la unidad. Para el funcionamiento del ambiente de MFR, no se recurrirá a la contratación de servicios externos en el caso del personal que labora dentro del servicio, a excepción del personal técnico calificado para las tecnologías que poseen mayor grado de complejidad a nivel tecnológico, esto debido a que en muchos hospitales nacionales se ha constatado que los departamento de Mantenimiento no poseen personal suficientemente preparado para brindar mantenimiento tanto preventivo como correctivo a cierto tipo de tecnologías, y debido a que MFR es un área en la cual existe algo grado de interacción entre los equipos y el paciente , se hace necesario que estos en todo momento se encuentren en buenas condiciones.

Existirá dentro del proceso de gestión de tecnologías, un tema referente a la renovación de tecnologías, para tal caso, se contará con un sistema informático que contribuirá a la recopilación de información sobre el año de ingreso del equipo, precio de adquisición, cantidad de mantenimientos correctivos y preventivos durante el año junto con el costo aproximado de cada uno de ellos, entre otros. Dichos datos permitirán conocer en que momento la permanencia de un equipo en el ambiente, es más un gasto (por su alto grado de reparaciones) así como un riesgo para los pacientes que reciben terapia por medio de el.

La capacitación constante será parte importante en el proceso de gestión, y será impartido por los jefes de área, los cuales serán los que poseen mayor grado de experiencia y conocimientos, de igual manera se obligará la

capacitación por parte de los técnicos especializados, en el caso del ingreso de tecnologías nuevas a la unidad.

Como parte de la gestión de recursos, en el ambiente se trabajará con el modelo de premiación al personal en base a resultados obtenidos por grupo, esto debido a que es un método que no solo incentiva al personal a realizar mejor sus actividades diarias, sino también contribuye a que el ambiente laboral sea mas cordial, ello afecta indirectamente a los servicios que se le presta a los pacientes, ya que un terapeuta insatisfecho laboralmente puede realizar procedimientos sin mayor estímulo y con falta de concentración.

La gestión de procedimientos vendrá junto con la creación de manuales de procedimientos administrativos como de tratamiento, y los encargados de realizarlos y ponerlos en marcha, serán los integrantes del comité de MFR, ellos se reunirán cada 2 meses para corroborar la funcionalidad de los mismos, y así identificar las mejoras necesarias para estos o la eliminación de aquellos que no reflejen un avance en la optimización de la atención al paciente.

Para la gestión de costos, se desarrollará un plan de eficiencia en el uso de los recursos materiales, el cual se enfocará en actividades orientadas a la concientización hacia el personal para el buen uso de los insumos utilizados de forma diaria (agua, luz, teléfono, papelería, entre otros) y cualquier otro recurso que mediante su colaboración pueda ser mayormente aprovechado.

Los procesos de gestión para la compra de insumos serán por medio de la administración general del hospital, pero el comité será el encargado de enlistar las necesidades más prioritarias y con una conciencia clara del ahorro pero sin disminución de la calidad del servicio prestado.

La gestión de optimización de la productividad vendrá acompañada con medios informáticos para la medición continua de parámetros de productividad, la realización de encuestas al usuario y la aplicación de normas como la ISO 9000. Además de dichas normas, se utilizará el modelo EFQM (European Foundation Quality Management), en el cual se requiere de una evaluación y revisión constante de los resultados que se estén tratando de cumplir y así determinar que tipo de pasos deben ser modificados para la optimización de los procesos de atención a los pacientes así como los procesos de administración del ambiente.

Finalmente se puede mencionar que todos los procesos de gestión hospitalaria, en el caso particular del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación, buscan de forma prioritaria brindar el mejor servicio a los pacientes mediante la creación de procesos ordenados y coherentes y de fácil aceptación por parte de los integrantes de la unidad.

## **CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1 Conclusiones**

**8.1.1** El estudio de los modelos que definen el concepto de discapacidad, es de vital importancia, en especial el modelo de Medicina Física y Rehabilitación. Dicho concepto puede determinar la actitud de todos, incluyendo el del personal de salud, hacia las personas con discapacidad temporal o permanente. Dicha percepción no solo determinará las actitudes, sino también, los mecanismos que pueden ser utilizados para mejorar la calidad de vida de los discapacitados, como pueden ser los criterios de diseño de las instalaciones en general, así como los criterios o normativas para crear los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

**8.1.2** Las especialidades o áreas de los ambientes de medicina física y rehabilitación pueden variar de forma considerable entre un servicio y otro debido a las características epidemiológicas de la población a atender. Es decir, este es el factor principal que determina cuales conformarán el ambiente. Con base en lo anterior se determinó que las áreas que mayormente integran a nivel latinoamericano así como nacional los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación son: electroterapia, mecanoterapia, hidroterapia, terapia ocupacional, terapia de lenguaje y consultorio de fisiatría. Estas son consideradas las áreas mínimas a considerar para un ambiente de este tipo.

**8.1.3** Para realizar un análisis de tecnologías en los Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación con el fin de garantizar una adecuada aplicación clínica según la necesidad, es preciso que este se ejecute de forma tal que tome en cuenta factores: económicos, humanos, de calidad, ciclo de vida, soporte técnico, aplicaciones clínicas, entre otros.

**8.1.4** Las características técnicas de los equipos, tanto generales, biomédicas y administrativas, son factores fundamentales para la comparación y análisis de las tecnologías, independientemente del tipo de necesidad que se tenga.

**8.1.5** Para la Adquisición de equipos en ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, se proponen una serie de pasos a seguir por las instituciones de salud salvadoreño, estos comienzan con la determinación de las necesidades a cubrir, tomando en cuenta aspectos clínicos y técnicos, hasta la evaluación de los resultados que han sido producto de la comparación entre variedad de marcas.

**8.1.6** Los criterios de valoración de tecnologías desarrollados en este estudio, son una alternativa para la evaluación del equipamiento médico; siendo bien empleados dichos criterios (considerando para ello las características propias o las necesidades particulares de la institución de salud) pueden ser una opción que contribuya a una selección realmente efectiva y eficaz de tecnologías.

**8.1.7** El manual de calidad de tecnologías es una guía que puede servir de orientación al usuario o a la institución, para identificar las virtudes, ventajas y desventajas que tiene cada uno de los equipos evaluados, ya que a nivel nacional no se cuenta con protocolos, normas o criterios para la evaluación de la calidad de las tecnologías existentes en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación.

**8.1.8** Las guías y formatos presentados en esta investigación, pueden ser adecuadas para ser utilizadas en los ambientes de Medicina Física y Rehabilitación a nivel nacional, manteniendo en lo posible la metodología propuesta para así obtener resultados reales con la aplicación de las mismas.

**8.1.9** A nivel nacional no se poseen normativas sobre el diseño de Ambientes de Medicina Física y Rehabilitación, lo que lleva a la necesidad de utilizar criterios de países con mayor experiencia en el diseño de este tipo de servicios, ello repercute en el hecho de no considerar particularidades de los ambientes acá existentes, por

lo que se concluye la necesidad de que a nivel nacional se gestione la creación de manuales, protocolos, o cualquier tipo de información que contribuya al desarrollo de procesos de diseño coherentes, basados en estudios e índices netamente nacionales.

## **8.2 Recomendaciones**

En base a los datos evaluados y estudiados en los establecimientos de Salud visitados, se brindan a continuación ciertas recomendaciones que pueden contribuir a las mejoras en los procesos de atención que estos brindan, dando énfasis a aspectos arquitectónicos, flujos, iluminación, procedimientos y seguridad eléctrica, esto contribuirá a mejorar el ambiente existente no solo para el paciente que requiere de los servicios, sino también para el personal que en ellos labora.

### **8.2.1 Departamento de Fisioterapia Hospital Nacional Zacamil**

- a)** En general el Departamento de Fisioterapia del Hospital Nacional Zacamil necesita una ampliación, esto debido a que el espacio que posee actualmente limita las áreas que en este puedan existir, tal es el caso de Hidroterapia, la cual es una de las áreas elementales dentro de dichos departamentos, y Zacamil debido a lo mencionado, no la posee. Ninguno de los locales acá existentes cumplen con las medidas mínimas sugeridas dentro de los criterios de diseño, por lo que sería conveniente sino es posible una ampliación, si una reacomodación mediante la asignación de zonas subutilizadas, como son las oficinas de terapia respiratoria, estas pueden servir para agregar a Hidroterapia dentro de los servicios que estos prestan.
- b)** Es necesario delimitar las áreas de atención, es decir, que se identifique de forma clara el área de Electroterapia, Mecanoterapia y Termoterapia, esto debido a que hay tecnologías que requieren que se manejen ciertos espacios de seguridad, no solo para el buen funcionamiento del equipo, sino también para el usuario.

- c)** Para mejorar el flujo de pacientes de consulta externa y pacientes hospitalizados se recomienda programar dichos estudios a diferentes horas del día, por ejemplo por la tarde hospitalización y por la mañana consulta externa o viceversa. Debido a que no es conveniente que el Fisioterapeuta se traslade hacia Hospitalización (como se realiza en la actualidad), ya que las limitantes en cuanto a recursos para prestar las terapias son mayores, por tanto superior el tiempo en que el paciente puede recuperarse.
- d)** Es necesario habilitar un acceso para pacientes de hospitalización, con el fin de que estos no ingresen por la misma área de pacientes externos, mejorando mediante con dicha acción los flujos existentes.
- e)** Deberá incluirse una estación de camillas y sillas de ruedas para los pacientes que así lo requieran, contribuyendo con esto a la comodidad del mismo.
- f)** Los baños tanto de pacientes como de personal, deben de poseer las medidas necesarias, así como los accesorios correspondientes, para el uso sin restricciones de las personas con discapacidad ya sea temporal o permanente.
- g)** Se sugiere la utilización de aire acondicionado, el cual debe ser tipo shiller o split.
- h)** Se recomienda que todo el equipamiento utilizado dentro del Departamento sea guardado dentro de una bodega especial para equipamiento (a excepción el de Mecanoterapia), para que al momento de realizar determinada terapia, el equipo sea trasladado (es necesario la adquisición de mesas con rodos para los equipos) hacia los pocos cubículos existentes, evitando con ello, que los mismos que no están siendo utilizados, se conviertan en barreras para el flujo de pacientes como de personal.

- i) Los tomacorriente donde se conecten todos los equipos de electroterapia deben estar a una altura no menor de 0.90 metros de altura del Nivel de piso terminado para comodidad (ergonomía) para la conexión y desconexión de equipo.
- j) Debe implementarse un sistema para la recopilación de todo los datos estadísticos que se deben manejar en el Departamento, ya que este actualmente es solamente llevado en papel y los datos recopilados no son ni los mínimos, la obtención de una computadora contribuiría en gran manera a almacenar dichos datos.

### **8.2.2 Unidad de Medicina Física y Rehabilitación (ISSS).**

- a) La unidad de Medicina Física y Rehabilitación del ISSS requiere una reorganización de sus servicios, es decir, que se encuentren bien identificadas las áreas de tratamiento, ya que en la actualidad dentro de Hidroterapia existen cualquier cantidad de equipos, desde Corrientes Diadinámicas hasta Diatermias, lo que puede aumentar los riesgos de accidentes por la cercanía de estos en zonas húmedas (como es considerada el área de Hidroterapia)
- b) Las Diatermias deben poseer un espacio delimitado exclusivamente para su uso (4 m<sup>2</sup> por cada diatermia existente), ya que en la actualidad están se encuentran dispersas entre dos áreas, Hidroterapia y Electroterapia, y en ambos casos los cubículos en que están ubicadas, no cumplen con las medidas de precaución para su uso, además, dentro de estos, se encuentran otra clase de equipos, los cuales pueden resultar dañados por las radiaciones no ionizantes que estos emiten, lo que no solo contribuye a la disminución de las tecnologías disponibles, si no también aumenta el riesgo de accidentes hacia los pacientes debido a defectos en los mismos.

- c)** Todos los ambientes existentes deben poseer de preferencia aire acondicionado, ya sea de tipo central o Chiller (si el hospital tiene esta facilidad) o split en caso de que no posea Chiller.
- d)** Los pasillos de circulación deben ser ampliados, debido a que los pacientes frecuentemente se desplazan con sillas de ruedas y los espacios para circulación resultan ser bastante reducidos para las necesidades de los pacientes.
- e)** La ampliación de los cubículos debe ser considerado, ya que los existentes son bastante reducidos, tomando en cuenta que debe existir la camilla para paciente, el espacio para el equipo por medio del cual se da tratamiento y el espacio de circulación del terapeuta.
- f)** Deberá incluirse una estación de camillas y silla de ruedas para los pacientes que así lo requieran, ya que en la actualidad no cuentan con ella.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1.** Frederic J. Kottre. **Medicina física y rehabilitación.** Editorial Medica Panamericana, 4ª edición, 1993.
  
- 2.** Juan Plaja Masip. **Analgesia por medios físicos.** Editorial Mcgram-Hill. 1ª edición, 2002.
  
- 3.** Joseph Bronzino. **Management of medical technology: a primer for clinical ingineers.** Editorial Butterworth, 1ª edición, 1992.
  
- 4.** Dr. Manuel Barquín. **Dirección de hospitales.** Editorial Mc Graw-Hill, 7ª edición, 2002
  
- 5.** Arq. Enrique Yáñez. **Hospitales del seguro social.** Editorial Noriega, 8ª edición, 1986
  
- 6.** **Normas de proyecto de arquitectura.** Tomo II. Instituto Mexicano del Seguro Social. 1993.
  
- 7.** José Luís Estévez Corona. **Como nace un Hospital.** Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social, 1987
  
- 8.** Departamento de Veteranos de Washington. Criterios de Planeación de espacios. **Servicio de medicina Física y Rehabilitación.** Mayo 2007.
  
- 9.** Ministerios de Salud de Perú. **Normas Técnicas para Proyectos de Arquitectura Hospitalaria.** Marzo 2005

**10. Norma Oficial Mexicana. Requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito, uso y permanencia de las personas con discapacidad en establecimientos de atención médica ambulatoria y hospitalaria del Sistema Nacional de Salud.** Diciembre 2003

**11. Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud** Grupo de Clasificación, Evaluación, Encuestas y Terminología. Organización Mundial de la Salud. 2001.

**12. Solicitud de creación del área de conocimiento de medicina física y rehabilitación.** Sociedad española de rehabilitación y Medicina Física. 2001

**13. Perfil del especialista en fisioterapia de la sociedad cubana de medicina física y rehabilitación.** Medicina de Rehabilitación en Cuba. 2004

**14. Análisis de la discapacidad y la minusvalía en rehabilitación según la Clasificación Internacional de Deficiencia, Discapacidad y Minusvalía.** García Soroa, Ramos Solchagab y González Espejo. Madrid 2004.

**15. Encuesta para personas con discapacidad, 2000 / 2001.** Proyecto OMS/GTZ. San Salvador. Septiembre 2001.

**16. Ingeniería Clínica.** Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ernesto Rodríguez Denis. Cuba 2003.

**17. Manual de Electroterapia.** E.U Ciencias de la Salud-Fisioterapia. Universidad de Sevilla. Julián Maya Martín.

**18. Estimulador Eléctrico Transcutáneo (TENS).** Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. México Septiembre 2005.

**19. Ultrasonido Terapéutico.** Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. México Septiembre 2005.

**20. Servicio de medicina Física y Rehabilitación.** Departamento de Veteranos de Washington. Criterios de Planeación de espacios. Septiembre 2006.

## **REFERENCIAS**

**1. Historia del agua como agente terapéutico.** Pérez Fernández, Novoa Castro. 2006.

[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/historia\\_del\\_agua.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/historia_del_agua.pdf)

**2. Plan de estudios de la especialidad en medicina física y rehabilitación.**

Ministerio de Salud Pública. Área de docencia e investigación. Diciembre 2004.

[www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/programa\\_residencia.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion/programa_residencia.pdf)

**3. Radiación Infrarroja.** Medicina de Rehabilitación en Cuba. 2004

[www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/radiacion\\_infrarroja.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/radiacion_infrarroja.pdf)

**4. Termoterapia.** J. M. Pastor Vega.

[www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/termoterapia\\_1.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/termoterapia_1.pdf)

**5. Normas de organización y funcionamiento de las áreas de kinesiología y fisiatría de establecimientos asistenciales según niveles de riesgo**

[http://www.msal.gov.ar/htm/site/pngcam/normas/1994\\_801.html](http://www.msal.gov.ar/htm/site/pngcam/normas/1994_801.html)

**6. Fisioterapia.net**

<http://www.efisioterapia.net/articulos/electroterapia.php>

**7. Tendencias en la Rehabilitación y en la Discapacidad: Transición desde un Modelo Médico a un Modelo de Integración.** Catherine D. Seelman, Ph.D.,

Universidad de Pittsburgh. 2002

[http://www.disabilityworld.org/01-03\\_04/spanish/acceso/rehabtrends1.shtml](http://www.disabilityworld.org/01-03_04/spanish/acceso/rehabtrends1.shtml)

**8. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud.** Secretaria de salud de México.

<http://www.cenetec.gob.mx/htmls/cenetec.html>

**9. Infomed.** Medicina de rehabilitación Cubana.

<http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/index.php>

**10. Sermef.** Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física

<http://www.sermef.es/htmltonuke.php?filnavn=html/Privado/Interes.php>

## GLOSARIO

- 1. Ambiente:** son todas las áreas que compone un servicio de Medicina Física y Rehabilitación.
- 2. Analgesia:** falta o supresión de toda sensación dolorosa.
- 3. Área:** son los espacios físicos dentro del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.
- 4. Artritis reumatoide o reumatoidea:** es una enfermedad crónica (a largo plazo) que ocasiona inflamación de las articulaciones y tejidos circundantes, pero también puede afectar otros órganos.
- 5. Artrosis:** es una enfermedad articular que se produce por fibrosis o degeneración de la misma. Se presenta en personas de edad avanzada y afecta a las articulaciones de la columna vertebral, las caderas, rodillas, manos, etc.
- 6. Atrofia muscular:** se refiere a la pérdida o desgaste del tejido muscular a causa de algún tipo de enfermedad o por inactividad.
- 7. Bursitis Plantar:** Es la inflamación del saco lleno de líquido que se encuentra entre el tendón y la piel o entre el tendón y el hueso. Esta condición puede ser aguda o crónica
- 8. Cervicobraquialgia:** dolor que se percibe en la región cervical e irradia hacia al miembro superior.
- 9. Cianosis:** es la coloración azulada de la piel, mucosas y lechos ungueales, usualmente debida a la existencia de por lo menos, 5% de hemoglobina reducida en la sangre circulante o de pigmentos hemoglobínicos anómalos (metahemoglobina o sulfohemoglobina) en los glóbulos rojos.
- 10. Cistitis:** es la inflamación aguda o crónica de la vejiga urinaria, con infección o sin ella.
- 11. Cohesión:** adherencia, fuerza que une las moléculas de un cuerpo.
- 12. Colitis:** es una enfermedad inflamatoria del colon (intestino grueso) y el recto. Se caracteriza por la inflamación y ulceración de la pared interior del colon.

- 13. Contractura:** Es la rigidez de músculo, tendones, ligamentos o piel que impide el movimiento normal.
- 14. Cronaxia:** tiempo durante el cual se tiene que aplicar un estímulo de intensidad doble a la reobase para que se produzca respuesta.
- 15. Distensión muscular:** Se presenta cuando un músculo es sometido a un estiramiento exagerado, y presenta ruptura. Esta dolorosa lesión, también llamada "tirón muscular", puede ser causada por un accidente, uso inadecuado de un músculo o utilización exagerada del mismo.
- 16. Edema:** es la acumulación de líquido en el espacio tisular intercelular o intersticial y también en las cavidades del organismo.
- 17. Efecto analgésico:** calma o elimina el dolor.
- 18. Efecto antiespasmódico:** calma los espasmos o desordenes nerviosos.
- 19. Efecto piezoeléctrico:** fenómeno físico por el cual aparece una diferencia de potencial eléctrico entre las caras de un cristal cuando éste se somete a una presión mecánica. El efecto funciona también a la inversa: cuando se aplica un campo eléctrico a ciertas caras de una formación cristalina, ésta experimenta distorsiones mecánicas.
- 20. Electrolisis:** Consiste en la descomposición mediante una corriente eléctrica de sustancias ionizadas denominadas electrolitos.
- 21. Enfermedades reumatológicas:** son trastornos médicos no quirúrgicos del aparato locomotor y del tejido conectivo.
- 22. Epitrocleítis:** el dolor se localiza en el borde interno de la epitroclea. Se debe, principalmente, a la afectación del tendón del flexor común de los dedos en su inserción a este nivel.
- 23. Eritema:** es una reacción inflamatoria de la piel. Su significado literal es rojo, y el rasgo que la caracteriza es un enrojecimiento de la piel.
- 24. Espasmolítico:** Produce contracción involuntaria de los músculos
- 25. Exudación:** es la acción y efecto de que un líquido salga fuera de sus vasos o conductos propios.

- 26. Fascitis:** Es una irritación e hinchazón del tejido grueso en la planta o parte inferior del pie.
- 27. Fibromialgia:** es un proceso de tipo reumático crónico, no articular, caracterizado por dolor, gran sensibilidad y rigidez principalmente a nivel muscular, tendones y ligamentos.
- 28. Hiperemia o congestión:** es el aumento del contenido hepático dentro de los vasos a causa de una alteración del flujo sanguíneo causada por aumento del flujo sanguíneo o por la dilatación vascular.
- 29. Hiperemia:** es un aumento en la irrigación a un órgano o tejido. Puede ser activa (arterial), o pasiva (venosa). Generalmente la hiperemia va acompañada de aumento en la temperatura y a veces, también de volumen. Macroscópicamente, un órgano hiperémico adquiere un tono rojo intenso.
- 30. Hipertermia:** es un trastorno grave que se presenta cuando un organismo homeotérmico no alcanza a disipar más calor del que genera o absorbe, y generalmente ocurre por estar expuesto a una fuente de calor.
- 31. Hipotensión:** hace referencia a una condición anormal en la que la presión sanguínea de una persona es mucho más baja de lo usual, lo que puede provocar síntomas como vértigo o mareo.
- 32. Hipotensión:** ocurre cuando la presión arterial durante y después de cada latido cardíaco es mucho más baja de lo usual, lo cual significa que el corazón, el cerebro y otras partes del cuerpo no reciben suficiente sangre. Como resultado de esto, se puede presentar vértigo o mareo.
- 33. Hipotrofia:** Alteración en el desarrollo, funcionamiento o vitalidad de un órgano o tejido, originada por un defecto en la nutrición del mismo.
- 34. Licuefacción:** paso de un gas al estado líquido.
- 35. Lordosis:** enfermedad que se caracteriza por una rotación anterior de la pelvis (la parte superior del sacro toma una inclinación anteroinferior) por las caderas, que causa un aumento anómalo de la curvatura lumbar. La columna vertebral se encurva hacia adelante.

- 36. Loseta para tránsito constante:** es un piso especial diseñado para el tráfico pesado como sillas de ruedas, personas con prótesis, camillas.
- 37. Lumbalgia:** dolor en la espalda debido a una afección de las articulaciones de las vértebras lumbares a causa de traumatismo (directo o indirecto) o reumatismo (artritis o artrosis).
- 38. Lumbociáticas:** es la expresión de la irritación o compresión del nervio ciático que está asociado a una afectación motora o sensitiva evidente en los territorios inervados por la raíz afectada.
- 39. Luxación:** es toda lesión cápsulo-ligamentosa con pérdida permanente del contacto de las superficies articulares, que puede ser total (luxación) o parcial (subluxación).
- 40. Medicina Física y rehabilitación:** Es la rama de la medicina que enfatiza la prevención, diagnóstico y tratamiento de trastornos que puedan causar discapacidad temporal o permanente, especialmente aquellos que afecten los sistemas músculo-esquelético, nervioso y aparatos cardiovascular y pulmonar. La especialidad se focaliza en la restauración de la función en pacientes con problemas que van desde un leve trastorno en la movilidad hasta aquellos con trastornos cognitivos severos.
- 41. Medicina Física:** prevención y curación de la persona con discapacidad mediante agentes físicos naturales (Talasoterapia) y artificiales (Electroterapia)
- 42. Método Niederhoffer:** fortalecimiento de los músculos de la concavidad de la curva escoliótica, actuando sobre ellos de forma indirecta.
- 43. Mialgia:** dolor en el músculo o grupo de músculos.
- 44. Mialgia:** es dolor muscular, los dolores y molestias musculares son comunes y pueden comprometer más de un músculo al mismo tiempo. El dolor muscular también puede involucrar ligamentos, tendones y fascia, los tejidos blandos que conectan los músculos, huesos y órganos.
- 45. Neuralgia:** es un trastorno doloroso de los nervios. Los nervios afectados son los responsables de detectar el tacto, la sensación de la temperatura y la sensación de la presión en el área facial de la quijada a la frente.

- 46. Neuralgia:** Una neuralgia es un dolor que sigue la ruta de un nervio específico
- 47. Neuritis:** inflamación de un nervio.
- 48. Neuronopatías motoras:** muerte de las neuronas motoras, lo cual produce sensibilidad e incapacidad para controlar los músculos.
- 49. Oclusiva arterial periférica o Aterosclerosis:** es un importante proceso patológico en el que los lípidos se depositan en las capas íntimas de las arterias. También se encuentran alteraciones en la media y en la adventicia, como un adelgazamiento de la media, depósitos calcificados, la acumulación de células espumosas, el depósito de tejido fibroso y un aumento de la vascularización. Esto da lugar a una invasión de la luz de la arteria.
- 50. Osciloscopio:** es un instrumento de medición electrónico para la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo.
- 51. Osteoartritis:** el cartílago de las articulaciones se desgasta, lo que puede causar dolor y rigidez en las articulaciones.
- 52. Paciente espástico:** es un paciente que tiene un tipo de parálisis caracterizada por la rigidez de los músculos, tendiendo cierta tendencia al espasmo.
- 53. Paciente flácido:** paciente falto de tersura, o blando.
- 54. Paresia:** es la parálisis parcial o suave, descrito generalmente como debilidad del músculo.
- 55. Periartritis escapulo humeral:** es un cuadro clínico caracterizado por la inflamación de las estructuras periarticulares del hombro y que puede ser debido a múltiples causas.
- 56. Periartritis:** es la inflamación de los tejidos que rodean una articulación.
- 57. Periostio:** es una membrana de varias capas celulares gruesas que recubre casi todo el hueso. Las únicas partes no cubiertas por esta membrana son las que están cubiertas por cartílago. Además de recubrir el hueso y compartir algo del suministro de su sangre con el hueso, también produce hueso cuando se estimula apropiadamente. Para que el periostio se estimule en la producción de

hueso tiene que ocurrir uno de los siguientes acontecimientos: fracturas, desgarros, estiramientos, inflamaciones, o incluso las contusiones del periostio.

- 58. Periostitis:** corresponde a la inflamación del periostio. Esta membrana que rodea al hueso tiene la gran capacidad de responder frente a diferentes noxas, entre ellas la infección, los traumatismos, los tumores.
- 59. Periostitis:** inflamación del periostio. Esta membrana que rodea al hueso tiene la gran capacidad de responder frente a diferentes noxas, entre ellas la infección, los traumatismos, los tumores. Es así como en respuesta a un traumatismo, el periostio puede reaccionar y producir lo que se denomina periostitis traumática.
- 60. Piodermias:** Es una infección cutánea debido a un tipo de hongo
- 61. Placebo:** Sustancia farmacológica o tratamiento sin ningún efecto pero que proporciona alivio al paciente por un fenómeno de persuasión
- 62. Plexopatias:** Es una disminución en el movimiento o la sensibilidad en el brazo y el hombro debido a un problema nervioso
- 63. Polipnea:** aumento de la ventilación/minuto, a expensas, sobretodo, de un aumento del volumen.
- 64. Radiculitis:** Se da este nombre a la inflamación de las raíces espinales, desde la médula hasta el nacimiento de los nervios espinales
- 65. Radiculopatía:** se refiere a la pérdida o disminución de la función sensitiva o motora de una raíz nerviosa, misma que se encuentra distribuida en un dermatoma específico. De esta manera, la radiculopatía o la lesión de una raíz nerviosa es una causa común de dolor en cuello, brazo, espalda baja y extremidades inferiores.
- 66. Rehabilitación:** Es un proceso de duración limitada y con un objetivo definido, encaminado a permitir que una persona con deficiencia alcance un nivel físico, mental y/o social funcional óptimo, proporcionándole así los medios de modificar su propia vida. Puede comprender medidas encaminadas a compensar la pérdida de una función o una limitación funcional (por ejemplo,

ayudas técnicas) y otras medidas encaminadas a facilitar ajustes o reajustes sociales

- 67. Sedestación:** posición del cuerpo estando sentado.
- 68. Servicios:** son los tratamientos específicos dependientes de las subespecialidades dentro del ambiente de Medicina Física y Rehabilitación.
- 69. Sinovitis:** Inflamación de la membrana sinovial.
- 70. Tecnologías:** equipos o dispositivos que contribuyen al tratamiento y rehabilitación de pacientes.
- 71. Tejido adiposo o tejido graso:** es el tejido de origen mesoquermal (un tipo de tejido conjuntivo) conformado por la asociación de células que acumulan lípido en su citoplasma: los adipositos. El tejido adiposo, por un lado cumple funciones mecánicas: una de ellas es servir como amortiguador, protegiendo y manteniendo en su lugar los órganos internos así como a otras estructuras más externas del cuerpo, y también tiene funciones metabólicas.
- 72. Tendinopatía:** es una alteración patológica del tejido tendinoso insercional por sobrecarga, esfuerzos y/o microtraumatismos repetitivos que suele aparecer de forma insidiosa, en la que se aprecia una degeneración del tejido colágeno del tendón acompañado normalmente de microrroturas y microcalcificaciones, focalizada en la inserción del tendón patelar en la rotula, aunque también se entienden como tal, las que se focalizan en la inserción en la tuberosidad anterior de la tibia
- 73. Tenosinovitis:** se produce por el roce del tendón en su trayecto a lo largo de la corredera bicipital. Al colocar el brazo en abducción y rotación externa se produce un mecanismo de fricción con la vaina tendinosa provocando la aparición del proceso inflamatorio. También puede producirse como consecuencia de fracturas de la cabeza humeral, pues en el proceso de consolidación quedan relieves óseos anormales.
- 74. Termoforos:** son los cuerpos sólidos que nos ayudan a aplicar calor a otro cuerpo.
- 75. Trombosis:** formación de un coagulo en los vasos sanguíneos.

- 76. Tropismo:** conjunto de funciones orgánicas relacionadas con la nutrición de los tejidos.
- 77. Ulceras por decúbito (escaras):** se definen como áreas localizadas de necrosis tisular que se desarrolla cuando un tejido blando es comprimido entre una prominencia ósea y una superficie externa por un período prolongado de tiempo.
- 78. Umbral:** es la cantidad mínima de señal que ha de estar presente para ser registrada por un sistema.
- 79. VALPAR:** Área en donde se evalúa los efectos residuales producto de una patología discapacitante, analizando factores como la visión, fuerza, capacidad de seguimiento de instrucciones, entre otras.

## ANEXO 1

### Definiciones de Tecnología

Conceptos basados del libro **MANAGEMENT OF MEDICAL TECHNOLOGY: A PRIMER FOR CLINICAL ENGINEERS.**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>COMPONENTES ILUSTRATIVOS (LO QUE CONTIENE)</b>	<b>PERSPECTIVA DOMINANTE (LO QUE HACE)</b>
Tecnología como un artefacto o instrumento	Ideas, instrumentos, maquinas, sistemas, dispositivos, herramientas, productos, procesos, soluciones	Operacionabilidad, instrumentabilidad
Tecnología como un proceso	Etapas y actividades, Investigación, pruebas, prototipo, fabricación, comercialización, experimentación, entradas y salidas, innovaciones, publicaciones y patentes, desarrollo, diseño, ingeniería, mercadeo, transferencia e intercambio, simulación, conocimiento	Crea medios de desarrollo, produciendo y entregando productos y servicios. Crea nuevas realidades
Tecnología como conocimiento e información	Información, inteligencia, técnicas Métodos, procesos, logros	Provee las entradas para la generación, conducción y funcionamiento de la economía y otras actividades y los medios para hacerlo
Tecnología como una estrategia política y estrategia	Alternativas para dirección estrategia Limitaciones para las decisiones políticas y estratégicas	Define, delinea y coloca fronteras a las políticas y estrategias
Tecnologías como una dimensión organizacional	Competencia, competitividad	Diferencias entre organizaciones Suministra el contexto para estructura y procesos

## ANEXO 2: Características técnicas equipos de Medicina Física y Rehabilitación

<b>ELECTROESTIMULADOR PARA FISIOTERAPIA</b>	
<b>Características Generales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 110-120 VAC, $\pm$ 10%-15%
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
5	Con equipo regulador de voltaje externo
<b>b) Características Mecánicas</b>	
1	Con carro rodable, para su desplazamiento
2	Con sistema de frenos en al menos dos de sus ruedas
<b>Características Biomedicas</b>	
1	Utiliza corrientes de alto voltaje, para terapia de puntos dolorosos y estimular la función neuromuscular
2	Con funcionamiento a alto voltaje y baja frecuencia y corriente directa
3	Con exhibidor que muestra los parámetros y de contraste variable
4	De doble canal para la estimulación
5	Con sistema de almacenamiento, de al menos cinco tratamientos
6	Con forma de onda simétrica cuadrada con dos fases y duración del pulso de 50 microsegundos y una variación de $\pm$ 10%
7	Con ajustes de fase de al menos 50, 100, 150 y 200 $\mu$ s y una variación de $\pm$ 10%
8	Con Cambio de polaridad, pulso monofásico invertido.
9	Con frecuencia de tratamiento de al menos de 2 a 200 hz
10	Con modos de tratamiento continuo, alterno y rango de alternancia de 2 a 99 seg
11	Con tiempo de estímulo de 1 a 99 seg y tiempo de reposo de 1 a 180seg
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Con suministro de dos juegos de cables de paciente y dos juegos de electrodos
6	Suministro de esponjas reusables para seis meses
7	Instalaciones y soporte técnico confiable
8	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)

<b>BAÑO DE CUERPO ENTERO TIPO HUBBARD</b>	
<b>Características Genereales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 110 - 120 VAC, $\pm$ 10%
2	Frecuencia de 50- 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
<b>b) Características Mecánicas e hidráulicas</b>	
1	Con sistema para el suministro de agua.
2	Con sistema de drenaje
3	Con Grua transportadora tipo camilla
4	Con colchón y almohada removible
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Para utilizarse en hidroterapia corporal
2	Con tina fija de acero inoxidable
3	Con turbina
4	Válvula mezcladora termostática
5	Con termómetro
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)

<b>BICICLETA ESTACIONARIA</b>	
<b>Características Generales</b>	
<b>a) Características Mecánicas</b>	
1	Completamente mecánica y con sistema de auto soporte y de construcción robusta
2	Con capacidad para soportar de 250 -350 lbs
3	Que resistencia de los pedales sea ajustable
4	Con asiento y manubrio ajustable
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Con velocidad ajustable de 0a 30 km por hora
2	Conteo de kilometraje entre 0 a 100 km
3	Con temporizador de 0 a 60 minutos
4	Velocidad de 50 rpm
5	Con indicadores de velocidad y revoluciones
6	Ergonómica
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)
7	Ergonométrica

<b>EQUIPO DE LASER TERAPEUTICO</b>	
<b>Características Genereales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, $\pm$ 10%
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
<b>b) Características Mecánicas</b>	
1	b) Sistema de soporte integrado al equipo
2	Con estuches rigidos para proteger lentes
3	Con mesa para transportar el equipo
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Para tratamiento de las afecciones del sistema osteomuscular con acción antedematosa y analgésica
2	Con exhibido de información y parametros de dosis
3	Con sistema para cálculo automatico de la dosis de tratamiento
4	Sistema de proteccion visual
5	Con ajuste de tiempo de tratamiento
6	Con pulsos largos de 1 a 1000 hz y pulsos cortos de 1001 a 9999 HZ
7	Potencia max de salida para transductor 50mW
8	Laser de onda pulsada y continua
9	Con sistema sensor de emisión de energía laser
10	Con señales audibles y visuales de emisión de energía
11	Con longitud de onda de 780 nm
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)

<b>BAÑO DE PARAFINA</b>	
<b>Características Genereales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, $\pm$ 10%
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
5	Con equipo regulador de voltaje externo
<b>b) Características Mecánicas y Neumáticas</b>	
1	Con base y tanque
2	Equipo portatil
3	Capacidad entre 5-20 libras
<b>Características Biomédicas</b>	
2	Con sistema para calentar la parafina
3	Con contro automatico de temperatura
4	Con indicadores de operación y de temperatura
5	Con ajuste de la temperatura de tratamiento
6	Mantenimiento temperatura entre 50-60°C
<b>Carcaterísticas Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)

<b>DIATERMIA</b>	
<b>Características Genereales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, $\pm$ 10%
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
<b>b) Características Mecánicas</b>	
1	Con pintura lavable
3	Que el sistema de movilización tenga sistema de frenos
4	Con sistemas de brazos de facil articulación
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Con modo continuo y pulsatil
2	Sistema de repetición de los impulsos, con al menos 8 pasos
3	Con indicador de intensidad de salida
4	Con sistema de regulación de la intensidad
5	Con potencia de salida entre 350 y 1000 watts
6	Con temporizador de desconexión automática al finalizar el tratamiento
7	Con sistemas seguridad y alarmas audibles y visuales
8	Con sistema de seguridad por cambio accidental del modo
9	Frecuencia de 27 MHz $\pm$ 0.6%
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)
7	Suministro de un par de electrodos y cables
8	Suminsitro de una lámpara de repuesto

<b>TANQUE DE REMOLINO</b>	
<b>Características Genereales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Eléctricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, $\pm$ 10%
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
5	Con motor de potencia mínima de 1/3 hp
<b>b) Características Mecánicas</b>	
1	Con capacidad de al menos 100 galones
2	Movimiento del agua en remolino
3	De acero inoxidable con forma ovalada tipo tina
4	Con bordes redondeados
5	Con entrada agua fría y caliente y sistemas de drenaje
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Para usarse en hidroterapia de brazos, cadera piernas y espalda
2	Con ajuste de presión de agua
3	Con diseño que evite el crecimiento bacterial
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA)

<b>ESTIMULADOR TENS</b>	
<b>Características Genereales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Mecánicas</b>
1	Dimensiones
2	Peso
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Estimulador transcutaneo de función neuromuscular
2	De dos canales con regulacion de intensidad independiente.
3	Corriente de salida por canal de 0-100mA
4	Con al menos modalidades de pulso constante, Burst y modulada
5	Con sistema de ajuste de tiempo de terapia
6	Frecuencia de pulso 1-300Hz
7	Duracion de pulso de 20-400µs.
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando desde el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA)
7	Suminstrar cargador de baterias y cinco juegos de baterias recargables
8	Suministrar un juego de cables por canal
9	Suministro de tres pares de electrodos y un galon de gel

<b>EQUIPO DE ULTRASONIDO</b>	
<b>Características Generales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Electricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, $\pm$ 10%
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
5	Regulador de voltaje
<b>b) Características Mecánicas</b>	
1	Con soporte para cabezales
2	Con mesa rodable
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Para terapia por ondas ultrasónicas
2	Con emision pulsatil y continua
3	Con potencia mayor a 20watts
4	Con capacidad para seleccionar el tiempo de tratamiento al trabajar con transductor de 1MHz y 3MHz
5	Con sistema de seguridad
6	Con sistema de control de dosis
7	Con capacidad para programar y almacenar protocolos de tratamiento
8	Con indicadores de intensidad aplicada
9	Con indicador por falta de contacto del transductor
10	Con temporizador ajustable de 0 a 30 minutos
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando dedes el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suministro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)
7	Suministrar transductor de 1 y 3 MHz.
8	Suminstro de gel para 1000 tratamientos
9	Suminsitro de mesa resistente con rodos

<b>TANQUE DE COMPRESAS</b>	
<b>Características Genereales</b>	
<b>N°</b>	<b>a) Características Electricas</b>
1	Voltaje de trabajo de 120VAC, $\pm$ 10%
2	Frecuencia de 60 Hz, monofásico
3	Máxima corriente de fuga de 500 $\mu$ A
4	Con tomacorriente grado hospitalario
5	Con equipo regulador de voltaje externo
<b>b) Características Mecánicas</b>	
1	Con sistema de rodos para transporte
2	Completamente de acero inoxidable
3	Con manguera para alimentación de agua o sistema similar
4	Con gabinete para compresas
5	Con aislamiento termico
<b>Características Biomédicas</b>	
1	Para calentar compresas en la aplicación tópica del calor
2	Rango de temperatura de 70 a 75 °C
3	Con sistema de seguridad por exceso de temperatura
4	Con control de regulación de temperatura
5	Con sistema de indicación de temperatura
<b>Características Administrativas</b>	
1	Suministro de manuales de instalación, partes, operación y servicio
2	Garantía dos años iniciando dedes el momento que el equipo es recepcionado en servicio y funcionando correctamente
3	Suminsitro de mantenimiento preventivo durante la garantía
4	Capacitación para el personal clínico y de mantenimiento
5	Instalaciones y soporte técnico confiable
6	Tiene certificación de instituciones reconocidas(FDA, UL, ASTM,ANSI, AAMI entre otros)

### **ANEXO 3**

PLANO ARQUITECTONICO UNIDAD DE MEDICINA FISICA Y REHABILITACION DEL  
INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL (ISSS)