

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
BIOMÉDICOS EN LA CLÍNICA DE ESPECIALISTAS LA DORADA**

**JAIME EDUARDO GÍL GARCÍA
LEONARDO IVÁN GUERRERO ÁLVAREZ**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ
2013**

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
BIOMÉDICOS EN LA CLÍNICA DE ESPECIALISTAS LA DORADA**

**JAIME EDUARDO GÍL GARCÍA
LEONARDO IVÁN GUERRERO ÁLVAREZ**

**Proyecto de grado como requisito para optar al título
de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento**

**Director:
Ing. NELSON DARÍO ROJAS
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ
2013**

Nota de Aceptación

Firma Presidente Del Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Bogotá, Julio de 2013

DEDICATORIAS

Mis más sinceros agradecimientos al todopoderoso, a la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, a la Clínica de Especialistas la Dorada, a mis familiares, amigos y compañeros de estudio que fueron apoyo para dar un paso hacia este sueño y parte de mi proyecto de vida.

Jaime Eduardo Gil G.

A Dios y a mi familia, porque gracias a ellos tengo la inspiración de hacer las cosas de la mejor manera cada día de mi vida, dejando en cada paso que doy lo mejor que tengo como persona y como profesional y a las personas que fueron motivación para emprender éste camino, mil gracias.

Leonardo Iván Guerrero A.

AGRADECIMIENTOS

A la Clínica de Especialistas de La Dorada, por permitirnos realizar el trabajo de investigación, enfocado a mejorar su departamento de mantenimiento de equipo biomédico. A la Escuela Colombiana de Carreras Industriales por la calidad en la educación que brinda. Al Ingeniero Nelson Rojas por su constante asesoría y compromiso con el presente trabajo y a todos nuestros compañeros porque gracias a sus conocimientos fueron un gran complemento en éste proceso de aprendizaje.

LOS AUTORES

GLOSARIO

- ✚ MEJORA: Es el de refinar a algo o alguien para que el mismo pase de un estadio regular o bueno a otro muy superior.

- ✚ CLASIFICACION: Es la acción o el efecto de ordenar o disponer por clases.

- ✚ CLASE: Conjunto de personas que tienen la misma función, los mismos intereses o la misma condición. Conjunto de objetos que poseen uno o varios caracteres comunes. Grupo de personas que tienen caracteres comunes: esta explicación se dirige a toda clase de personas.

- ✚ PLAN DE MANTENIMIENTO: Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

- ✚ MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

- ✚ MANTENIMIENTO CORRECTIVO: Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

- ✚ DEFICIENCIA: Es una falla o un desperfecto. El término, que proviene del vocablo latino deficientia, también puede referirse a la carencia de una cierta propiedad que es característica de algo.

- ✚ PROPUESTA: Presenta varios usos, en tanto, uno de los más comunes resulta ser el de proposición, invitación, que alguien le efectúa a otro individuo con la intención de llevar a cabo alguna actividad, fin, u objetivo común.

- ✚ CLINICA: La disciplina más importante en el ejercicio de la Medicina y la Enfermería junto a la terapéutica—, sigue los pasos de la Semiología, ciencia y arte de la medicina, en el proceso indagatorio orientado al diagnóstico de una situación patológica (enfermedad, síndrome, trastorno, etc.), basado en la integración e interpretación de los síntomas y otros datos aportados por la anamnesis durante la entrevista clínica con el paciente, los signos de la exploración física y la ayuda de exploraciones complementarias de laboratorio y de pruebas de imagen. Con el diagnóstico de una enfermedad se pauta un tratamiento.

Tradicionalmente la clínica (del griego kliní: "lecho", "cama") es el diagnóstico realizado al pie de la cama del enfermo a través del relato de su sintomatología y de los signos obtenidos en la exploración física.

También se llama clínica al hospital o al centro de salud donde el médico diagnostica y trata a personas con problemas de salud.

- ✚ EQUIPO BIOMEDICO: Los equipos médicos son indispensables en todo lo que respecta al sector salud, el departamento que se dedica a velar y vigilar del buen funcionamiento de estos equipos mediante toda su vida útil es Ingeniería Biomédica, en este departamento se llevan a cabo mantenimientos a los equipos médicos, como capacitación a personal médico y enfermería.

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS PARA LA CLINICA DE ESPECIALISTAS LA DORADA

AUTORES:

JAIME EDUARDO GIL GARCIA

LEONARDO IVAN GUERRERO

PALABRAS CLAVES:

Propuesta

Mejora

Equipos biomédicos

CONTENIDO:

El sistema de salud moderno confía en los dispositivos y equipos biomédicos para brindar mayor calidad y mejor servicio a los pacientes, por lo cual es necesario realizar mejoras constantes al Plan de Mantenimiento para el Equipo Biomédico, pues esta es una herramienta de apoyo para el personal de ingeniería en el desarrollo, control y dirección del mantenimiento, con el fin de contribuir a una operación segura acorde a la evolución de los equipos biomédico.

El presente plan de mantenimiento es una propuesta de mejora realizada al Plan de Mantenimiento existente en La Clinica de Especialistas la Dorada, con el fin de garantizar la seguridad de los pacientes y del personal que utiliza la tecnología biomédica.

Se propone inicialmente la revisión del inventario del equipamiento biomédico, determinando el nivel de riesgo, y el nivel de prioridad para cada equipo biomédico.

Para cada procedimiento se propone implementar un diseño llamado lista de chequeo donde se expresan los resultados de cada mantenimiento o actividad realizada. El propósito es reflejar de forma rápida, clara y eficiente el estado actual de los equipos biomédicos después de haberles realizado la inspección y el mantenimiento.

Para realizar esta propuesta de mejora al Plan de Mantenimiento se tuvo en cuenta la planificación anual del mantenimiento, elaborando los procedimientos de mantenimiento como tablas de frecuencia (cronograma), formatos para el plan anual de mantenimiento, ordenes de trabajo.

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL TO IMPROVE MAINTENANCE PLAN FOR BIOMEDICAL EQUIPMENT SPECIALIST CLINIC THE GOLDEN

AUTHORS:

JAIME EDUARDO GARCIA GIL

LEONARDO IVAN GUERRERO

KEYWORDS:

proposal

improvement

biomedical Equipment

CONTENTS:

The modern health system relies on biomedical devices and equipment to provide higher quality and better service to patients, making it necessary to make constant improvements to the maintenance plan for biomedical equipment, as this is a support tool for staff engineering in the development, control and management of maintenance, in order to contribute to safe operation according to the evolution of biomedical equipment.

This maintenance plan is a proposal to improve on the existing Maintenance Plan Specialist Clinic bream, in order to ensure the safety of patients and staff using biomedical technology.

Initially proposed revision of biomedical equipment inventory, determining the level of risk, and the priority level for each biomedical equipment. For each proposed implementing a procedure called checklist design where results are expressed maintenance or each activity undertaken. The purpose is to reflect quickly and

efficiently clear the current biomedical equipment after having carried out the inspection and maintenance.

To make this proposal to improve the Maintenance Plan took into account annual maintenance planning, developing maintenance procedures as frequency tables, formats for annual maintenance plan, work orders.

TABLA DE CONTENIDO

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	20
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	21
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
4.1. JUSTIFICACIÓN.....	25
4.2. DELIMITACIÓN	26
4.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	26
4.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	26
4.2.3. DELIMITACIÓN SOCIAL	26
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
5.1. MARCO TEÓRICO	28
5.1.1. EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO.....	30
5.1.2. MANTENIMIENTO.....	32
5.1.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO PREVENTIVO Y PREDICTIVO.....	33
5.1.4. CRITICIDAD DEL EQUIPO	37
5.1.5. PLAN DE MANTENIMIENTO.....	39
5.1.6. PROPUESTA DE MEJORA.....	40
5.2. MARCO LEGAL	43
5.2.1. DECRETO 47 DE 2005.....	42
5.2.2. DECRETO 1769 DE AGOSTO 3 DE 1994	50
5.2.3. NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATIONS, NFPA	52
5.2.4. ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF MEDICAL INSTRUMENTATION AMMI	52

5.2.5	ISO 15642: 2003	52
5.2.6	ISO 17664: 2004.....	52
5.2.7	ISO 16133: 2004.....	52
5.2.8	INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMITTEE, IEC	53
5.2.9	RETIE. ARTICULO 41	55
5.3.	ESTADO DEL ARTE.....	56
5.3.1	ESTADO DEL ARTE LOCAL.....	55
5.3.2	ESTADO DEL ARTE NACIONAL	61
5.3.3	ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL.....	64
6.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	67
7.	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	68
7.1	INVENTARIO DE EQUIPO BIOMEDICO.....	69
7.1.1	EVALUACION DEL INVENTARIO DE EQUIPO BIOMEDICO.....	71
7.1.2	CLASIFICACION DEL EQUIPAMIENTO SEGÚN SU NIVEL DE RIESGO	71
7.1.3	DETERMINAR EQUIPOS A REEMPLAZAR	74
7.1.4	INDICE DE GESTION DE LOS EQUIPOS BIOMEDICOS.....	76
7.1.4.1	FUNCION DEL EQUIPO.....	76
7.1.4.2	RIESGO ASOCIADO A LA APLICACIÓN CLINICA.....	77
7.1.4.3	REQUEIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	78
7.1.4.4	ANALISIS DE RESULTADOS.....	79
7.2.	DETERMINACION DE LA FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO	80
7.2.1	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	82
7.3.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO ...	82
7.3.1.	PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCION DE SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	83
7.3.2.	PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCION A MEDIDAS CORRECTIVAS IDENTIFICADAS DURANTE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	86
7.3.3.	PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE INFECCIONES.....	88
7.3.4.	PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA INICIAL DE EQUIPOS BIOMEDICOS NUEVOS.....	90

7.4.	REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	91
7.5.	RECUERSOS FISICOS	92
7.5.1.	LUGAR DE TRABAJO	92
7.5.2.	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	92
7.5.3.	INSUMOS Y REPUESTOS	93
7.5.4.	MANUALES DE USUARIO Y MANTENIMIENTO	93
7.6.	RECURSO HUMANO	93
7.6.1.	RECURSO HUMANO PROPIO	93
7.6.2.	RECURSO HUMANO EXTERNO	98
7.7.	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	100
8.	FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	103
8.1.	FUENTES PRIMARIAS	103
8.2.	FUENTES SECUNDARIAS	103
9.	COSTOS	104
9.1	COSTOS REPUESTOS POR EQUIPO SEGÚN SU TIPO	105
9.1.1.	COSTOS INSUMOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	105
9.1.2.	COSTOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESPECIALIZADO	105
9.1.3.	COSTOS CALIBRACION EQUIPOS	104
9.1.4.	COSTOS RECURSO HUMANO	105
9.1.5.	RESUMEN COSTOS DE MANTENIMIETO DE EQUIPOS BIOMEDICOS.....	106
9.2.0	COSTOS DE EQUIPOS A REEMPLAZAR	107
9.3.0	DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL	107
9.3.1	CONTRATOS VIGENTES Y FACTURACION MENSUAL	107
9.3.2	FACTURACION PROMEDIO ANUAL	108
9.4.0	COSTOS Y PRESUPUESTO FINAL	109
9.5.0	RETERNO DE LA INVERSION (ROI)	109
10.	TALENTO HUMANO	112
11.	CONCLUSIONES	114
12.	RECOMENDACIONES	115
13.	BIBLIOGRAFÍA	116

CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 1: CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE INVESTIGACION	67
TABLA 2: PUNTUACION SEGÚN FUNCION DEL EQUIPO	77
TABLA 3: RIESGO APLICADO A LA APLICACIÓN CLINICA	77
TABLA 4: REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	78
TABLA 5: RESUMEN COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	106
TABLA 6: RECAUDOS	109
TABLA 7: EQUIPOS CALCULO ROI	110

CONTENIDO DE ANEXOS

ANEXO 1: NIVEL GESTION DEL EQUIPO BIOMEDICO	121
ANEXO 2: AGRUPACION DE EQUIPOS BIOMEDICOS SEGÚN SU TIPO	136
ANEXO 3: CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	137
ANEXO 4: PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO	139
ANEXO 5: FORMULARIO DE INSPECCION	140
ANEXO 6: PLAN DE MANTENIMIENTO EXISTENTE	141
ANEXO 7: DIFERENCIAS/FALLAS PLAN DE MANTENIMIENTO EXISTENTE	155
ANEXO 8: FOTOS EDIFICIOS CLINICA	156
ANEXO 9: FOTOS EQUIPOS MEDICOS CLINICA	157

CONTENIDO FIGURAS

FIGURA 1: EQUIPOS POR SERVCIO	70
FIGURA 2: CLASIFICACION EQUIPOS SEGÚN EL TIPO DE RIESGO	73
FIGURA 3: EQUIPOS A REEMPLAZAR	75
FIGURA 4: PUNTUACION SEGÚN GESTION DEL EQUIPO	79
FIGURA 5: FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	81
FIGURA 6: SECTOR EMPRESAS CONTRATANTES	108

INTRODUCCIÓN

En la Clínica de Especialistas la Dorada, sitio ubicado estratégicamente en el Magdalena Medio, en los cuales los autores de la propuesta a la mejora al plan de mantenimiento de equipo biomédico, prestamos los servicios de mantenimiento correctivo en algunos de sus equipos, hemos evidenciado la poca efectividad del plan de mantenimiento existente, el cual no arroja resultados positivos, ni presenta un programa de trabajo ajustado a las necesidades, genera malestar tanto en los usuarios como en el personal de la clínica, reflejado en el mal servicio, pérdidas económicas y lo más importante deterioro en la salud de los usuarios. En la actualidad el campo de la salud depende cada vez más de la tecnología y de los equipos biomédicos, razón por la cual, las clínicas y hospitales han comprendido que los equipos biomédicos son una herramienta vital para la salud, mejorando las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación.

Una clínica u hospital se clasifica según el grado de complejidad en la prestación de servicios bien sea de primero, segundo, tercero y cuarto nivel, esta clasificación se encuentra medida en gran parte por la tecnología biomédica adquirida además de diagnósticos rápidos y acertados. Por esta razón es indispensable contar con la disponibilidad inmediata y total de los equipos biomédicos presentes en los diferentes servicios, con el fin de generar una atención oportuna y eficaz a la hora de realizar diagnósticos y procedimientos médico – quirúrgicos. Es aquí donde está la importancia de contar en cada clínica y hospital con un departamento de mantenimiento preparado y capaz de realizar todas las actividades de mantenimiento generadas, además de contar con un plan de mantenimiento de equipo biomédico ajustado a la complejidad de los equipos y adaptado a normas vigentes expedidas por los entes de control, además de ser flexible a la incorporación o cambio constante de nueva tecnología biomédica.

1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

PROPUESTA PARA MEJORAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS EN LA CLÍNICA DE ESPECIALISTAS LA DORADA

2. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La Clínica de Especialistas la Dorada es una institución de salud líder en el municipio de la Dorada y se proyecta para ampliar su liderazgo a corto plazo en la región del Magdalena Medio; para ello ha incrementado su capacidad de infraestructura y tecnología biomédica en los últimos años y se encuentra próxima a inaugurar nuevos servicios de alta complejidad. Este crecimiento de infraestructura y tecnología se contrasta con el malestar y mala imagen generada hacia los pacientes, por retrasos o cierres temporales en la prestación de algunos servicios, generado por paradas imprevistas del funcionamiento de los equipos biomédicos, bien sea por mala manipulación o fallas técnicas.

La Clínica de Especialistas la Dorada cuenta con personal de mantenimiento propio preparado en las diversas áreas de mantenimiento, (electricidad, mecánica, pintura, construcción y biomédica), además de contar con un Jefe de mantenimiento el cual tiene a cargo todo el personal de la clínica (asistencial, administrativo, mantenimiento), ya que este posee el cargo de jefe de personal y mantenimiento no cumple satisfactoriamente con los objetivos y las metas trazadas para cada área, ya que las tareas que este realiza son responsabilidad de dos departamentos totalmente diferentes (área de talento humano y área de mantenimiento). Por ésta razón y teniendo en cuenta que el departamento de mantenimiento actual no cumple de manera eficaz y eficiente la importante labor de mantenimiento para los equipos biomédicos, se necesita mejorar el plan de mantenimiento existente, buscando la eliminación de las deficiencias que presenta y buscando fortalecer y brindar calidad en la prestación de los diferentes servicios.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido al servicio que prestan los equipos biomédicos, es de vital importancia su correcto funcionamiento, teniendo en cuenta que son los encargados de mantener y preservar vidas y determinar importantes factores, variables y situaciones referentes a ellas. Por ésta razón se hace indispensable un gran rendimiento de éstos y eso depende en gran medida del plan de mantenimiento que se tenga dispuesto.

Entonces es necesario preguntarnos ¿Qué se necesita para lograr un gran rendimiento en el funcionamiento de los equipos biomédicos de la Clínica de Especialistas la Dorada? Teniendo en cuenta que el plan de mantenimiento que se tiene, no es el más adecuado en cuanto a su eficiencia y resultados, debido a que no ha tenido modificaciones importantes desde su elaboración y por consiguiente no ha sido ajustado a la complejidad y requerimientos que debería tener en estos momentos, se hace necesario realizar una mejora al plan de mantenimiento existente y ajustarlo a las necesidades actuales.

2.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

Es importante establecer cuáles son las actividades de mantenimiento preventivo que se propondrán para realizar en forma periódica a los equipos biomédicos. Para ello se relacionan las preguntas que lleven a la realización de la propuesta:

- ✚ ¿Cuál es la totalidad de los activos (equipos biomédicos) existentes al momento de poner en marcha la propuesta para la mejora del plan de mantenimiento de equipos biomédicos?
- ✚ ¿Cómo se identifican los equipos objeto de mantenimiento preventivo y las necesidades de mantenimiento para cada uno?
- ✚ ¿Qué se debe cambiar o modificar en la hoja de vida de cada equipo?
- ✚ ¿Cómo garantizar un mantenimiento adecuado a los equipos biomédicos?

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la mejora del plan de mantenimiento existente en la Clínica de Especialistas la Dorada (Anexo 6), el cual permitirá mejorar considerablemente la gestión del mantenimiento de los equipos biomédicos actuales.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Actualizar el inventario de equipos biomédicos de la Clínica de Especialistas la Dorada.
- ✚ Realizar la clasificación de los equipos biomédicos según la normatividad existente.
- ✚ Revisar las hojas de vida de los equipos biomédicos para establecer mejoras en la forma de realizar las labores de mantenimiento y sugerir nuevos formatos.
- ✚ Realizar el plan de trabajo anual a partir de los resultados obtenidos en la clasificación de los equipos.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 JUSTIFICACIÓN

Analizando el constante crecimiento de la Clínica de Especialistas la Dorada, la renovación y adquisición constante de tecnología biomédica, nace la necesidad de mejorar y obtener excelentes resultados en la aplicación oportuna y eficaz de los procedimientos de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos, considerando que de esta forma es posible evitar las paradas imprevistas en éstos y se va a solucionar en forma considerable los problemas de deficiencia de gestión de mantenimiento de equipo biomédico. Esto, teniendo en cuenta que aún no cuenta con un departamento de mantenimiento que realice de manera eficaz y eficiente ésta importante labor de mantenimiento y en especial para los equipos biomédicos.

Las fallas más evidentes en el plan de mantenimiento de equipos biomédicos existente en la Clínica de Especialistas la Dorada (Anexo 7), radica en el inventario existente, ya que algunos equipos incluidos no existen (bajas, se desconoce su ubicación), algunos equipos no se encuentran registrados, contando con un 60% en los datos de los equipos erróneos, contando con una incorporación de equipos en los últimos dos años por un valor aproximado de trescientos millones de pesos (\$ 300.000) algunos equipos no coinciden con sus ingresos , la clasificación de la criticidad de los equipos biomédicos existente no se ajusta a las reglas establecidas en el decreto 4725; no existe una puntuación en el nivel de gestión para cada equipo, por lo tanto hay equipos incluidos en el plan de mantenimiento que no requieren mantenimiento preventivo, además que el cronograma existente no se ajusta a la cantidad de equipos ni a los periodos necesarios para cada mantenimiento. Otra deficiencia radica principalmente en la deficiencia de los protocolos documentales a la hora de ejecutar labores de mantenimiento de

equipos biomédicos, ya que algunos de los existentes son documentos o protocolos generalizados y algunos de ellos requieren ser especializados para cada equipo (check list). Por eso se hace necesario realizar una propuesta de mejora al Plan de Mantenimiento Preventivo de los Equipos Biomédicos a fin de brindar al personal de mantenimiento de equipo biomédico, las herramientas necesarias para la correcta manipulación y verificación de los equipos biomédicos que se emplean diariamente, con el propósito de disminuir el creciente número de equipos que están fuera de servicio y que esencialmente solo necesitan ser sometidos a mantenimiento preventivo.

4.2 DELIMITACIÓN

4.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Esta investigación se realizó en el municipio de la Dorada Caldas, en la Clínica de Especialistas la Dorada S.A. (Anexo 8, fotos edificios Clínica de Especialistas la Dorada) ubicada en la calle 10 carrera 13 esquina, urbanización la Egipciaca, la investigación se realizó en el edificio # 1, en donde se encuentran los servicios de urgencias, cirugía, hospitalización, ginecología, rayos x, unidad de cuidado intensivo, central de esterilización y el cuarto de mantenimiento. En el edificio # 2 donde se encuentra el área administrativa y consulta externa donde se recopiló información necesaria para la investigación (área financiera, talento humano y mantenimiento).

4.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL:

Esta investigación se llevó a cabo desde el quince (15) de febrero de 2013 hasta el siete (07) de junio de 2013.

4.2.3 DELIMITACIÓN SOCIAL:

Durante la investigación se interactuó con personal administrativo, asistencial y de mantenimiento de la Clínica de Especialistas la Dorada, el desarrollo de la propuesta está planteado para un periodo de un año el cual tiene un costo de **ciento noventa y nueve millones, ciento setenta y siete mil, ochocientos cuarenta y cuatro m/c (\$ 199'177.844).**

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. MARCO TEÓRICO

La tecnología médica ha aumentado considerablemente la seguridad de los equipos y ha reducido los riesgos debidos a su manejo y utilización adecuada. En la actualidad, en las aplicaciones médicas los niveles de seguridad que deben reunir los sistemas de instrumentación están normalizados. Sin embargo, resulta obvio que no puede asegurarse un equipo nulo en el uso del equipo, este se podría contrarrestar con un adecuado plan de mantenimiento preventivo y una óptima utilización de los equipos médicos por personal instruido, tratando de minimizar los riesgos inherentes al uso de estos y aumentando la seguridad del paciente.

Se hace indispensable, un enfoque basado en procesos, el cual es un principio nacional e internacional de la gestión de la calidad aprobado por Cuba y publicado en la Gaceta oficial 2001 que permite organizar y dirigir las instituciones y empresas de forma coherente para el logro de un buen desempeño. Entendiendo el proceso como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Básicamente, en las instituciones de salud los procesos de la atención médica asistencial permiten cumplir la misión de la institución, ya que estos son servicios basados en personas, de alto carácter profesional, con acciones tangibles e intangibles destinadas al cuerpo y a la mente de las acciones que pueden incluir el empleo de equipos tecnológicos si se considera preciso o no, con vistas a lograr el alivio o la restitución de la salud de los beneficiarios.¹

Dentro de este marco, el desarrollo de la tecnología y por ende del equipamiento es fundamental en la modernización y evolución de la prestación de los servicios de

¹ FERNANDEZ CLUA, Margarita de Jesús. La gestión por procesos y la garantía de la calidad en el hospital moderno. Ciudad de México: [s.n], 1998. p. 25.

salud, y de allí la importancia en evaluar su administración, lo cual no solo debe estar circunscrito a los equipos de elevado costo y de alta complejidad, que es como tradicionalmente se ha concebido, sino a todo el equipamiento en general, de ahí que es de vital importancia tener a todos y cada uno de los equipos biomédicos que se encuentren incluidos dentro del inventario, teniendo en cuenta que las tecnologías biomédicas al introducirlas en el ambiente hospitalario se convierten en parte del soporte físico de los servicios médicos asistenciales, ayudan a la toma de decisiones de la calidad de carácter tanto nacional como internacional, pueden ser herramientas de diagnóstico para obtener signos clínicos, contribuyen al tratamiento por restauración o sustitución de funciones fisiológicas y corporales.

Por lo tanto, gestionar la calidad en forma de sistema, con enfoque estratégico, desarrollando la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento y la mejora de la calidad de los procesos, abarcando principalmente el tema del mantenimiento de equipos biomédicos orientado a riesgo, así como evaluar su desempeño, pues solo así las tecnologías biomédicas lograrán los efectos previstos. Habitualmente en las instituciones prestadoras de salud existen departamentos de mantenimiento que se encargan de las labores corrientes de soporte y en algunos casos, de dar el concepto sobre la viabilidad técnica del equipo biomédico, sin embargo, en la mayoría de las entidades se prefiere elaborar contratos donde se pacte con los proveedores originales, compromisos para el suministro de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, reposición de partes y piezas.

En algunos hospitales del país existe una gran cantidad de equipos biomédicos, de diferentes tecnología que no cuentan con manual de mantenimiento, en el diagnóstico situacional realizado por el Ministerio de Protección Social, en el área de mantenimiento en los hospitales públicos se identificó esta ausencia de manual de mantenimiento como uno de los problemas comunes a todos los hospitales.

Indudablemente, el progreso y la estabilidad de una institución médica dependen, en cierta manera, de una equilibrada asignación de los presupuestos. La mejor manera de obtener esta armonía es evaluando y analizando el objetivo y la necesidad real de la tecnología que se utiliza diariamente en la institución. Es particularmente importante estimar si tiene coherencia con la misión y la visión a corto, mediano y largo plazo de la institución médica prestadora de salud.

En materia de mantenimiento la ley 100 de 1993 se propone resolver los problemas que prestaban las instituciones de salud por la ausencia de mantenimiento preventivo a los equipos. Con tal objetivo, en su artículo 189 “se establece que las instituciones prestadoras de salud públicas y privadas, que suscriban contratos con la nación o con entidades territoriales por recursos superiores al 30% de sus ingresos totales deberán destinar un mínimo del 5% de su presupuesto anual a actividades de mantenimiento y dotación hospitalaria”.²

5.1.1. Evolución del Mantenimiento

El mantenimiento y la producción se ubican en una época contemporánea reciente; ha evolucionado y crecido en las últimas décadas. Se describen principalmente las siguientes etapas:

Etapa I: Aparecen los instrumentos de mantenimiento, las ordenes de trabajo, herramientas, almacenes de repuestos e insumos; las acciones de mantenimiento son de índole correctivo y la prioridad del área de producción es elaborar productos o generar servicios.

² Ley 100 de 1993. Mantenimiento Hospitalario [en línea]. Bogotá: Ministerio de protección social, 1993. Disponible en www.secretariassenado.gov.co/leyes/LO100_93.HTM

Etapa II: Su objetivo principal es solucionar las paradas repentinas de los equipos. Se inicia la utilización de técnicas de prevención y predicción como rutinas de inspecciones, monitoreo de equipos, planes maestros, análisis de vibraciones, entre los más destacados. Así mismo, para cada equipo se definen las acciones de mantenimiento más adecuadas y prioritarias.

Etapa III: “Las empresas adoptan una estructura para el desarrollo secuencial, lógico y organizado del conjunto de acciones de mantenimiento que aplican”³; el mantenimiento se constituye como una unidad independiente de producción, de apoyo logístico.

Etapa IV: Se empiezan a establecer sistemas de costeo propios de mantenimiento, como el LCC (costo del ciclo de vida). Aparece la tecnología o mantenimiento integral logístico la cual se apoya en varias ciencias y áreas del conocimiento con el fin de obtener mayor eficiencia productiva y máxima reducción de costos.

Etapa V: se caracteriza por procurar el desarrollo de habilidades y competencias en todo el personal. Se consolida el RCFA (análisis de causa raíz de fallas).

Etapa VI: Definida como la gestión de activos donde la organización integra las etapas anteriores. Surgen indicadores como MTTR (tiempo medio entre reparaciones), MTTF (tiempo medio entre fallas), entre otros. Se mejora la disponibilidad mediante la eliminación de fallas, reducción de tiempos de reparación y mantenimientos planeados, monitoreos permanentes y mantenimientos predictivos. De igual manera, aparece el TPM, RCM, PMO y RCM ScoreCard.⁴

³ MORA Alberto, (2009) Mantenimiento planeación, ejecución y control. Colombia: Alfaomega. P.15.

⁴ Ibid, P.22.

5.1.2. Mantenimiento

Se define mantenimiento como “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento”.⁵Otro autor expone el concepto de mantenimiento como “uno de los pilares más importantes en la organización de una empresa. Su finalidad es conservar las instalaciones y descargar a la producción de toda preocupación por paros siempre inoportunos.”⁶

Los responsables del mantenimiento deben entender y tener presente que realizan un trabajo que esta de alguna manera al servicio de otra cosa; es conveniente que conozcan los problemas que se derivan de las averías para hacer que su trabajo sea lo más eficaz posible.⁷

La prestación de mantenimiento se puede definir por: la ejecución de una o varias operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo, la ejecución del conjunto de las operaciones de mantenimiento necesarias sobre un bien y un periodo de tiempo determinado.

Deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros: la naturaleza de las operaciones de mantenimiento, el nivel de intervención necesario, la serie de trabajos que hay que realizar, las cualificaciones profesionales requeridas, el volumen de horas, la duración de los trabajos previstos, entre otros.⁸

⁵ GARCIA GARRIDO, Santiago (2003). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento 1ª Edición. Ediciones Díaz de Santos S.A. ISBN: 84-7978-548-9.

⁶ MALDONADO, Carlos (1979). El Mantenimiento preventivo 2ª Edición. Madrid. ISBN: 84-7087-109-9.

⁷ DE BONA, José María (1999). La Gestión de Mantenimiento. FC editorial. ISBN: 848978681X, 9788489786813.

⁸ SOUR Jean Paul (1992). El mantenimiento: Fuente de beneficios. Ediciones Díaz de Santos. ISBN: 8479780215, 9788479780210.

Mantenimiento es el conjunto de trabajos o actividades que se realizan para garantizar la óptima eficiencia del servicio o función que realizan las maquinas, edificios, objetos o sistemas dentro de una organización, correspondiente a la actividad de mantenimiento. Al pensar en el mantenimiento de un determinado número de máquinas que conforman la base de un proceso, de inmediato debe acudir a nuestra mente la imagen de un esquema de funciones y actividades a realizar a fin de mantener el sistema instalado en buenas condiciones, de tal modo que asegure un proceso productivo continuo y eficiente, y que garantice el menor número de problemas imprevistos.

El beneficio y la calidad de un trabajo de mantenimiento se evalúan constantemente por la rapidez de verificación y la eficiencia con que el grupo de mantenimiento resuelve situaciones anormales o de emergencia que interrumpen el proceso productivo. Es necesario entonces conocer la razón y la finalidad de gestión de mantenimiento dentro de cualquier empresa, por pequeña que esta sea. Una vez que esto sea claro es fácil reconocerle al mantenimiento su verdadera importancia.⁹

5.1.3. Mantenimiento correctivo preventivo y predictivo

Existen tres tipos básicos de mantenimiento que son: el correctivo, el preventivo y el predictivo, que se basan en tareas distintas. Cada tipo de mantenimiento será ideal en un tipo de situación y equipo, en función de distintos factores como el económico, el personal disponible, el tiempo de trabajo, la cantidad de repuestos, etc. De cualquier manera un buen programa de mantenimiento debe ser capaz de conjugar los tres tipos de mantenimiento de la mejor manera posible, para permitir

⁹PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO, editor EUNED. ISBN: 997764232X, 9789977642321.

alargar la vida útil de los componentes que conforman la planta de manera económica y eficiente.

El mantenimiento correctivo es aquel en que solo se interviene en el equipo después de su fallo. Este tipo de mantenimiento, aplicado a muchas situaciones, tiene como principal ventaja la reducción de costos de inspecciones y reparaciones. Es evidente que sólo se aplicará en aquellas situaciones en que los elementos sean de bajo costo y baja criticidad de funcionamiento. Este mantenimiento por tanto resulta ideal en casos en que la restitución o reparación no afecte en gran medida a la producción de la compañía o empresa.

El mantenimiento correctivo, sin embargo, no debe estar exento de tareas rutinarias de engrase, lubricación y/o sustitución de componentes que permitan alargar la vida útil del ítem, a menos que se trate de una instalación o componente en las fases finales de su vida útil.

Los principales inconvenientes están relacionados con la imprevisibilidad de las averías y fallos que resultan inoportunos. Debido a que las tareas no están programadas es esperable que cuando se produzca el fallo se tarde más y se necesite más mano de obra para corregirlo que en caso de tener un programa de mantenimiento que planee esta situación. Otro grave inconveniente que presenta este tipo de mantenimiento es que el problema que ha causado el fallo no se resuelve por lo que éste puede repetirse en situaciones posteriores en la misma máquina sin aumentar su fiabilidad, es por ello que el mantenimiento correctivo normalmente viene acompañado de un acortamiento de periodos de reparación en la misma máquina.

El mantenimiento preventivo es un conjunto de técnicas que tiene como finalidad disminuir y/o evitar las reparaciones de los ítems con tal de asegurar su total disponibilidad y rendimiento al menor coste posible. Para llevar a cabo esta práctica

se requiere rutinas de inspección y renovación de los elementos malogrados y deteriorados.

Las inspecciones son los procesos por el cual se procede al desmontaje total o parcial del equipo a fin de revisar el estado de sus elementos. Durante la inspección se reemplazan aquellos elementos que no cumplan con los requisitos de funcionamiento de la máquina. Los elementos también pueden ser sustituidos tomando como referencia su vida útil o su tiempo de operación con tal de reducir su riesgo de fallo.

Los periodos de inspección son cruciales para que el mantenimiento preventivo tenga éxito ya que un periodo demasiado corto comportará costos innecesarios mientras que un periodo demasiado largo conlleva a un aumento del riesgo de fallo.

El principal inconveniente del mantenimiento preventivo es el costo de las inspecciones. En algunos casos el paro en la máquina puede significar grandes pérdidas y realizar un desmontaje e inspección de un equipo que funciona correctamente puede resultar poco práctica. De todas maneras el riesgo de fallo siempre existe pese a que un periodo de inspección corto ayuda a reducirlo.

El mantenimiento preventivo también está comprendido por el llamado mantenimiento rutinario, conjunto de técnicas que sin llegar al desmontaje de los equipos los conserva en el mejor estado posible por medio de engrases, limpiezas, sustituciones periódicas, etc. El mantenimiento preventivo se aplicará en aquellos casos en que éste sea económicamente rentable frente a un programa de reparaciones de tipo correctivo. En algunas situaciones es posible que se dé la situación contraria, pero es frecuente que una avería en algún componente comporte deterioros y fallos en otros elementos de la maquinaria empleada. Los programas de mantenimiento preventivo requieren también que exista una prioridad en función de la vida esperada de algunos componentes y de su importancia para

el funcionamiento del conjunto. De igual manera los elementos más utilizados, pueden ser almacenados para ser restituidos en caso de fallo de manera sistemática.

El mantenimiento predictivo es el conjunto de técnicas que permiten; reduciendo los costes del programa de mantenimiento tradicional, preventivo y correctivo, asegurar la disponibilidad y rendimiento de los elementos que componen la planta. Este tipo de mantenimiento se basa en la realización de un seguimiento del estado del equipo mediante monitorizaciones que permiten realizar sustituciones y reparaciones cuando estos no se encuentren en buen estado, sin necesidad de realizar ciertas inspecciones, y reducir los fallos imprevistos por medio de un programa de detección de anomalías.

Una de las tareas más importantes que el mantenimiento preventivo conlleva es el planeamiento adecuado que debe realizarse en la planta. Si esto se consigue se podrá atacar al problema y a su raíz antes que éste se produzca. Será importante que se acompañe al mantenimiento con un historial que indique cuánto tiempo y cuantos operarios son necesarios para llevar a cabo las tareas, de manera que el programa mejore a medida que se lleve a cabo.

Este tipo de programas de mantenimiento reporta un gran ahorro de costes ya que además de detectar los fallos de manera precoz permite programar con suficiente antelación el tiempo de reparación y los suministros y mano de obra que requerirá la tarea. Dado además que el mantenimiento predictivo se basa en la monitorización de los parámetros que están relacionados con fallos en los equipos puede aprenderse a medida que se opera la maquinaria, de manera que los fallos reiterados pueden llegar a erradicarse.

Estas técnicas requieren que los elementos gocen de indicadores suficientemente relacionados con el estado del equipo además de la posibilidad de que estos sean vigilados y medidos, durante su vida útil. Su principal inconveniente es la dificultad que conlleva obtener una respuesta clara y segura ya que no existe ningún parámetro ni conjunto de parámetros que revele a la perfección el estado del equipo. La vigilancia continua no es viable, tampoco, en la mayoría de elementos y solo supone una ventaja realizarla en elementos muy críticos por lo que en general la vigilancia resulta periódica.¹⁰

5.1.4. Criticidad del equipo

La criticidad del equipo debe ser evaluada en cuatro aspectos: la producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

Dadas las condiciones que anteceden, se procede a hacer la selección del modelo de mantenimiento, este se elabora respondiendo una serie de preguntas de diagnóstico y costos, que orientan al tipo de modelo que debiera ser aplicado a este tipo de equipos.

1. Si el equipo es prescindible, el modelo que le corresponderá será el modelo correctivo.
2. Si el equipo resulta ser crítico, el modelo de mantenimiento será alguno de los tres que corresponden a mantenimiento programado anteriormente expuestos, estos son:

¹⁰ L.R. HIGGINS, R. K. MOBLEY. "Maintenance Engineering Handbook". Ed 6. 2002. ISBN: 0-07-139452-4
F.CESÁREO.GÓMEZ de LEÓN. "Tecnología del Mantenimiento Industrial". 1a Ed. Murcia 1998. ISBN: 84-8371-008-0

a. Alta disponibilidad (>90%)

Funcionamiento del equipo la mayor parte del tiempo, este modelo no incluye correctivos porque se parte de que no pueden ocurrir. Aunque, ese es el objetivo.

b. Modelo sistemático

Cuando el equipo es de disponibilidad media porque no funcionan las 24 horas, pero cuando lo hacen deben hacerlo con absoluta fiabilidad.

c. Modelo condicional:

Se aplica a equipos cuya disponibilidad de fallo es baja, o disponibilidad es muy baja (equipos que precisamos ocasionalmente, o duplicados o triplicados), en resumen poco uso o posibilidad de fallo.

3. Si el equipo es clasificado como importante, se estudian las consecuencias de una avería y se entra a evaluar los costos. El costo de valor hora de parada, si es el valor muy alto, de una vez debo incluirlo dentro del plan de modelos programados, si no debo evaluar cuánto me cuesta la reparación, es decir, los materiales y la mano de obra, si el valor es alto se incluye a mantenimiento programado si no se va a un modelo correctivo.

Sin importar cual modelo se escoja e independiente del tipo de empresa, “existen dos requisitos indispensables que influyen directamente en la planeación ejecución y control del programa a desarrollar. Estos requisitos se distribuyen en dos grupos: Humanos y Físicos, tecnológicos e informativos.”¹¹

¹¹ VELASQUEZ VELAZQUEZ, Eduardo (1992). Administración del Mantenimiento. Primera edición Medellín Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad Ingeniería Mecánica Editorial U.P.B.

5.1.5. Plan de mantenimiento

Por plan de mantenimiento se entiende el instrumento gerencial que contiene los objetivos, las metas, la programación de actividades, los recursos humanos, físicos, tecnológicos y financieros. Un plan de mantenimiento debe proporcionar un enfoque sistemático del trabajo del departamento o servicio de mantenimiento de cada institución.

Un plan de mantenimiento puede concebirse como un proyecto, esto es una serie de actividades y tareas con objetivos concretos, fechas de inicio y terminación, disponibilidad de recursos, fronteras definidas en el tiempo y en el espacio. Las actividades de mantenimiento requieren de especialidad técnica, que abarca disciplinas derivadas de la física, tales como: mecánica, electricidad, electrónica, termodinámica etc.; además de otras relacionadas con el manejo de recurso humano. Pueden ser actividades de mantenimiento los procedimientos de atención preventiva para un equipo biomédico o un servicio o área hospitalaria.

El plan de mantenimiento requiere organización y vínculos dentro o fuera de la institución para ejecutar las actividades requeridas. La actividad de mantenimiento de la infraestructura y dotación hospitalaria, tiene como objetivos generales los siguientes:

- ✚ Garantizar la seguridad de los pacientes y del personal que administra los recursos físicos del hospital.
- ✚ Contribuir a que la atención en salud cumpla con las características de calidad previstas en el numeral 9, artículo 153 de la ley 100 de 1993
- ✚ Contribuir a garantizar un ambiente adecuado de estancia hospitalaria

- ✚ Garantizar el funcionamiento eficiente de los recursos físicos en salud, por lo menos durante el tiempo de vida útil estimado por su fabricante.
- ✚ Asegurar la disponibilidad de los recursos físicos para la producción o el servicio, y obtener así el máximo rendimiento posible de la inversión de los recursos.
- ✚ Contribuir a la reducción de los costos de operación de la institución.¹²

Un plan de mantenimiento es una consecuencia del diseño. A diferencia del concepto de mantenimiento, que era un input para el proceso de diseño, el plan de mantenimiento es un resultado de dicho proceso. Aunque de lo anterior se desprende que el concepto de mantenimiento tiene una incidencia clara en el plan de mantenimiento, ya que el primero influye en el diseño, del que el segundo es una consecuencia, también el plan de mantenimiento incide en el concepto de mantenimiento. Por la naturaleza iterativa del diseño, es posible que durante el proceso de diseño de un sistema de plan de mantenimiento que resultaría sea incompatible con otros requisitos expresados por el usuario, por lo que ello puede motivar una revisión del concepto de mantenimiento (y tal vez de otros requisitos especificados).¹³

5.1.6. Propuesta de mejora

Habitualmente existe una diferencia entre el estado presente y el deseado de la organización. Ese estado deseado se intenta alcanzar a través de los objetivos propuestos en el plan de mejora, que implicaran cambios y transformaciones para algunas áreas, y estabilización o consolidación para otras. Los objetivos estratégicos surgen como respuesta a una pregunta esencial sobre qué hacer en el

¹² CASTRILLON GALLEGO Luis Fernando. Introducción al Mantenimiento Biomédico, Ediciones ITM. ISBN: 9589782388,9789589782385.

¹³SOLS Alberto (2000). Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad: Un enfoque sistemático, Editor Universidad Pontificia Comillas. ISBN: 8489708932,9788489708938.

corto, mediano y largo plazo para que la organización actúe en consonancia con su misión.

Los objetivos tienen que ser relevantes para la misión, ya sea por su efecto en el interior de la organización – reestructuración, planificación, procesos productivos, de conversión de los recursos en productos, mejora de las actividades – o hacia el exterior – mayor cobertura, calidad u oportunidad del servicio. Los objetivos deben ser especificados en resultados, productos o metas cuyo logro sea constatable y, a su vez traducidos en tareas asignables a personas o equipos, factibles de realizar en plazos determinados con los recursos disponibles. En la determinación de los objetivos del plan deberían tomarse en consideración algunos aspectos, pues muchas veces se cree que es fácil proponer objetivos claros cuando en las organizaciones dominan objetivos ambiguos o poco explícitos o conflictivos entre distintos grupos.

La asociación de objetivos a estrategias se puede plantear de varias maneras en el plan de mejora en función de la existencia y de la articulación de estrategias, objetivos, sub objetivos, proyectos etc. No existe una forma única de hacer estos planteamientos. A continuación se propone un modo de articular los objetivos del plan de mejora.

Los objetivos contienen una declaración explícita del tipo de productos, de los niveles de actividad o estándares de productividad y se refieren generalmente a las preguntas ¿qué? y ¿cuándo? Que suponen la resolución del problema o la mejora de la situación analizada. Siempre que sea posible, los objetivos deben ser cuantificables; pueden también ser cualitativos, por ejemplo, cuando responden a objetivos de tipo normativo. Para la elaboración de objetivos, a veces se emplean las siglas SMART, que en inglés significa elegante, listo, y que traduce las características de los objetivos específicos, medibles, alcanzables, realistas y temporales.

Dependiendo del esquema seguido de la planificación, posteriormente se determinaran las estrategias, los proyectos y las actividades. Todos ellos deberían justificarse en la relación con el problema a resolver o la situación a mejorar.

Muchas veces las organizaciones se fijan objetivos lejanos en el tiempo o que requieren de mayores recursos que los que están o estarán efectivamente disponibles, por lo que inevitablemente se dificulta su logro. La frustración asociada a la dificultad de lograr los objetivos deseados en un plazo determinado puede ser el peor enemigo en la implementación de un plan mejora. Por lo tanto, resulta impredecible que las metas que se definan posteriormente sean la expresión del estado de avance previsto para un determinado periodo de tiempo y de los logros esperados con relación a los objetivos asociados a la planificación y estado de la gestión.

El plan de mejora suele contener una propuesta con una o varias herramientas. La herramienta consiste en un método identificable a través del que se estructuran los recursos financieros, humanos, organizativos, informativos y materiales de una organización para alcanzar sus objetivos. La lista de herramientas puede ser interminable. Algunas herramientas son de tipo gubernamental (impuestos, subvenciones, préstamos, sistemas de cheques, regulación, normas).¹⁴

¹⁴DIEZ PARRADO Salvador (2005). Guía para la elaboración de planes de mejora en las administraciones públicas. Editor INAP. ISBN: 8473512471, 9788473512473

5.2. MARCO LEGAL

Varias regulaciones se han establecido a nivel mundial para garantizar que la seguridad y la eficiencia sean una prioridad durante los procedimientos de diagnóstico y terapia, así como para garantizar la seguridad al personal del hospital. Algunas de estas normas o regulaciones son:

5.2.1 Decreto 4725 de 2005

El presente decreto tiene por objeto, regular el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria en lo relacionado con la producción, procesamiento, envase, empaque, almacenamiento, expendio, uso, importación, exportación, comercialización y mantenimiento de los dispositivos médicos para uso humano, los cuales serán de obligatorio cumplimiento por parte de todas las personas naturales o jurídicas que se dediquen a dichas actividades en el territorio nacional. Entre los artículos aplicables a esta propuesta podemos resaltar los siguientes:

Artículo 5°.- Clasificación. La clasificación de los dispositivos médicos realizada por el fabricante, se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico. Se deberá establecer la clasificación de los dispositivos médicos siguiendo las reglas establecidas en el artículo 7o del presente decreto

Artículo 6°.- Criterios de clasificación. La aplicación de las reglas de clasificación se regirá por la finalidad prevista de los dispositivos médicos:

a) Si un dispositivo médico se destina a utilizarse en combinación con otro dispositivo médico, las reglas de clasificación se aplicarán a cada uno de los productos por separado del producto con el que se utilicen.

b) Los soportes informáticos que sirvan para manejar un producto o que tengan influencia en su utilización se incluirán automáticamente en la misma categoría.

c) Si un dispositivo médico no se destina a utilizarse exclusiva o principalmente en una parte específica del cuerpo, se considerará para la clasificación, su utilización específica más crítica.

d) Si para el mismo dispositivo médico, son aplicables varias reglas teniendo en cuenta las funciones que le atribuye el fabricante, se aplicarán las reglas que conduzcan a la clasificación más elevada.

Artículo 7°.- Reglas de clasificación. Para clasificar un dispositivo médico se tendrán en cuenta las siguientes reglas:

A. dispositivos médicos no invasivos

Regla 1. Todos los dispositivos médicos no invasivos se incluirán en la clase I, salvo que les sean aplicables algunas de las reglas siguientes.

Regla 2. Todos los dispositivos médicos no invasivos destinados a la conducción o almacenamiento de sangre, fluidos o tejidos corporales, líquidos o gases destinados a una perfusión, administración o introducción en el cuerpo, harán parte de la clase IIa; siempre que:

a) Puedan conectarse a un dispositivo médico activo de la clase IIa o de una clase superior.

b) Estén destinados a ser utilizados para el almacenamiento o canalización de sangre u otros fluidos o para el almacenamiento de órganos, partes de órganos o tejidos corporales. En todos los demás casos se incluirán en la clase I.

Regla 3. Todos los dispositivos médicos no invasivos destinados a modificar la composición biológica o química de la sangre, de otros fluidos corporales o de otros líquidos destinados a introducirse en el cuerpo se incluirán en la clase IIb, salvo si

el tratamiento consiste en filtración, centrifugación o intercambios de gases o de calor, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIa.

Regla 4. Todos los dispositivos médicos no invasivos que entren en contacto con la piel lesionada, se clasificarán en:

- a) La clase I, si están destinados a ser utilizados como barrera mecánica para la compresión o para la absorción de exudados.
- b) La clase IIb, si se destinan principalmente a utilizarse con heridas que hayan producido una ruptura de la dermis y sólo pueden cicatrizar por segunda intención.
- c) La clase IIa, en todos los demás casos, incluidos los dispositivos médicos destinados principalmente a actuar en el microentorno de una herida.

B. Dispositivos médicos invasivos

Regla 5. Todos los dispositivos médicos invasivos en relación con los orificios corporales, salvo los dispositivos médicos invasivos de tipo quirúrgico, que no estén destinados a ser conectados a un dispositivo médico activo, se incluirán en:

- a) La clase I, si se destinan a un uso transitorio.
- b) La clase IIa, si se destinan a un uso a corto plazo, salvo si se utilizan en la cavidad oral hasta la faringe, en el conducto auditivo externo hasta el tímpano o en una cavidad nasal, en cuyo caso, se incluirán en la clase I.
- c) La clase IIb, si se destinan a un uso prolongado, salvo si se utilizan en la cavidad oral hasta la faringe, en el conducto auditivo externo hasta el tímpano o en una cavidad nasal, y no pueden ser absorbidos por la membrana mucosa, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIa.
- d) Todos los productos invasivos en relación con los orificios corporales, salvo los productos invasivos de tipo quirúrgico, que se destinen a conectarse a un producto activo de la clase IIa o de una clase superior, entrarán en la clase IIa.

Regla 6. Todos los dispositivos médicos invasivos de tipo quirúrgico destinados a un uso transitorio se incluirán en la clase IIa, salvo que:

- a) Sean instrumentos quirúrgicos reutilizables, en cuyo caso, se incluirán en la clase I.
- b) Se destinen a suministrar energía en forma de radiaciones ionizantes, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.
- c) Se destinen a ejercer un efecto biológico o a ser absorbidos totalmente o en gran parte, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.
- d) Se destinen a la administración de medicamentos mediante un sistema de suministro, sí ello se efectúa de manera potencialmente peligrosa teniendo en cuenta el modo de aplicación, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.
- e) Se destinen específicamente a diagnosticar, vigilar o corregir una alteración cardíaca o del sistema circulatorio central por contacto directo con estas partes del cuerpo, en cuyo caso, se incluirán en la clase III.

Regla 7. Todos los dispositivos médicos invasivos de tipo quirúrgico destinados a un uso a corto plazo se incluirán en la clase IIa, salvo que tengan por finalidad:

- a) Suministrar energía en forma de radiaciones ionizantes, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.
- b) Experimentar modificaciones químicas en el organismo, salvo si los productos se colocan dentro de los dientes, o administrar medicamentos, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.
- c) Específicamente diagnosticar, vigilar o corregir una alteración cardíaca o del sistema circulatorio central por contacto directo con estas partes del cuerpo, en cuyo caso, se incluirán en la clase III.

d) Utilizarse, específicamente, en contacto directo con el sistema nervioso central, en cuyo caso, se incluirán en la clase III.

e) Ejercer un efecto biológico o ser absorbidos, totalmente o en gran parte, en cuyo caso, se incluirán en clase III.

Regla 8. Todos los dispositivos médicos implantables y los dispositivos médicos invasivos de uso prolongado de tipo quirúrgico, se incluirán en la clase IIb salvo que se destinen a:

a) Colocarse dentro de los dientes, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIa.

b) Utilizarse en contacto directo con el corazón, el sistema circulatorio central o el sistema nervioso central, en cuyo caso, se incluirán en la clase III.

c) Ejercer un efecto biológico o ser absorbidos totalmente o en gran parte, en cuyo caso, se incluirán en la clase III.

d) Sufrir modificaciones químicas en el organismo, salvo si los productos se colocan dentro de los dientes, o a la administración de medicamentos, en cuyo caso, se incluirán en la clase III.

C. Reglas adicionales aplicables a los dispositivos médicos activos

Regla 9. Todos los dispositivos médicos terapéuticos activos destinados a administrar o intercambiar energía se incluirán en la clase IIa, salvo si sus características son tales que puedan administrar energía al cuerpo humano o intercambiarla con el mismo, de forma potencialmente peligrosa, teniendo en cuenta la naturaleza, la densidad y el punto de aplicación de la energía, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.

Todos los dispositivos médicos activos destinados a controlar el funcionamiento de los productos terapéuticos activos de la clase IIb o destinados a influir directamente en el funcionamiento de dichos productos se incluirán en la clase IIb.

Regla 10. Todos los dispositivos médicos activos con fines de diagnóstico se incluirán en la clase IIa, siempre que:

a) Se destinen a suministrar energía que vaya a ser absorbida por el cuerpo humano, caso en el cual, son excluidos los productos cuya función sea la iluminación del organismo del paciente en el espectro visible.

b) Se destinen a crear una imagen de la distribución in vivo de fármacos radiactivos.

c) Se destinen a permitir un diagnóstico directo o la vigilancia de procesos fisiológicos vitales, a no ser que se destinen específicamente a la vigilancia de parámetros fisiológicos vitales, cuando las variaciones de esos parámetros, por ejemplo, las variaciones en el funcionamiento cardíaco, la respiración, la actividad del sistema nervioso central, puedan suponer un peligro inmediato para la vida del paciente, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.

d) Los dispositivos médicos activos destinados a emitir radiaciones ionizantes y que se destinen a la radiología con fines diagnósticos y terapéuticos, incluidos los productos para controlar o vigilar dichos productos, o que influyan directamente en el funcionamiento de los mismos, se incluirán en la clase IIb.

Regla 11. Todos los dispositivos médicos activos destinados a administrar medicamentos, líquidos corporales u otras sustancias al organismo, o extraerlos del mismo, se incluirán en la clase IIa, salvo que ello se efectúe de forma potencialmente peligrosa, teniendo en cuenta la naturaleza de las sustancias, la parte del cuerpo de que se trate y el modo de aplicación, en cuyo caso, se incluirán en la clase IIb.

Regla 12. Todos los demás dispositivos médicos activos se incluirán en la clase I.

D. Reglas especiales

Regla 13. Todos los dispositivos médicos que incorporen como parte integral una sustancia que, si se utilizara independientemente, pudiera considerarse como un medicamento y que pueda ejercer sobre el cuerpo humano una acción accesorio a la de los dispositivos médicos, se incluirán en la clase III.

Regla 14. Todos los dispositivos médicos utilizados con fines anticonceptivos o para la prevención de la transmisión de enfermedades transmisibles por contacto sexual, se considerarán dispositivos médicos de la clase IIb, a menos que sean dispositivos médicos implantables o invasivos de uso prolongado, en cuyo caso, se incluirán en la clase III.

Regla 15. Todos los productos destinados específicamente a usos de desinfección, limpieza, enjuague o, en su caso, a la hidratación de lentes de contacto, se incluirán en la clase IIb.

Todos los productos que se destinen específicamente a la desinfección de dispositivos médicos, se incluirán en la clase IIa.

La presente regla no se aplicará a productos destinados a la limpieza de dispositivos médicos que no sean lentes de contacto mediante acción física.

Regla 16. Los dispositivos médicos no activos destinados específicamente al registro de imágenes radiográficas de diagnóstico, se incluirán en la clase IIa.

Regla 17. Todos los dispositivos médicos elaborados utilizando tejidos animales o derivados de los mismos que hayan sido transformados en inviábiles, se incluirán en la clase III, excepto en los casos en que los dispositivos médicos estén destinados a entrar en contacto únicamente con piel intacta.

Regla 18. No obstante lo dispuesto en otras reglas, las bolsas para sangre se incluirán en la clase IIb.¹⁵

5.2.2 Decreto 1769 de agosto 3 de 1994.

Publicado en el diario oficial No. 41.477 del 5 de agosto de 1994, el cual entre otros aspectos contempla los siguientes artículos.

Artículo 1º. Ámbito de aplicación. El decreto tiene por objeto regular los componentes y criterios básicos para la asignación y utilización de los recursos financieros, 5% del presupuesto total, destinados al mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria en los hospitales públicos y en los privados en los cuales el valor de los contratos con la Nación o con entidades territoriales les represente más de un treinta por ciento (30%) de sus ingresos totales.

Artículo 2º. De la infraestructura hospitalaria. Para los efectos del mantenimiento, se entiende por infraestructura hospitalaria los edificios, las instalaciones físicas, las redes eléctricas, de sistemas y comunicaciones, telefónicas, hidráulicas y de vapor, redes locales, redes de conducción de gases medicinales y las áreas adyacentes a las edificaciones.

Artículo 3º. De la dotación hospitalaria. Para los efectos de la actividad de mantenimiento, la dotación hospitalaria comprende: el equipo industrial de uso hospitalario, el equipo biomédico, los muebles para uso administrativo y para usos asistenciales, y los equipos de comunicaciones e informática.

¹⁵ MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL, DECRETO 4725 DE 2005. Por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permisos de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano.

Artículo 4º. Del equipo industrial de uso hospitalario. Hacen parte del equipo industrial de uso hospitalario, las plantas eléctricas, los equipos de lavandería y de cocina, las calderas, las bombas de agua, las autoclaves, el equipo de seguridad, el de refrigeración y aquellos equipos relacionados con servicios de apoyo hospitalario.

Artículo 5º. De equipo biomédico. Se entiende por equipo biomédico todo aparato o máquina, operacional y funcional, que reúna piezas eléctricas, mecánicas y/o híbridas; desarrollado para realizar las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación en servicios de salud.

Artículo 7º. El mantenimiento hospitalario. Por mantenimiento hospitalario se entiende la actividad técnica-administrativa dirigida principalmente a prevenir averías, y a restablecer la infraestructura y la dotación hospitalaria a su estado normal de funcionamiento, así como las actividades tendientes a mejorar el funcionamiento de un equipo.

Artículo 12º. Plan de mantenimiento. El jefe o coordinador del servicio de mantenimiento y el director del hospital, deberán elaborar anualmente sus planes de mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria en los cuales indique las actividades a desarrollar y su presupuesto.¹⁶

¹⁶ Decreto 1769 de 1994. Mantenimiento Hospitalario. Op. Cit., Disponible en www.presidencia.gov.co/prensa/new/decretoslinea/1994/agosto/03/dec1769031994

5.2.3 National Fire Protection Associations, NFPA.

“su objetivo principal es proteger las vidas de la comunidad, propiedades física tangibles y medio ambiente de los efectos destructivos a causa del fuego, mediante la defensa de códigos y estándares con base científica, investigación y educación sobre el fuego y la seguridad relacionados con este”¹⁷.

5.2.4 Association for the Advancement of Medical Instrumentation. AAMI.

“sus estándares y recomendaciones prácticas representan un consenso nacional y muchos han sido aprobados por Instituto Nacional de Estándares (ANSI) como Normas Nacionales. Los principales estándares AAMI han sido armonizados total o parcialmente con Estándares Internacionales relevantes de ISO e IEC.”¹⁸

5.2.5 International Organization for Standardization ISO 15642: 2003

“por lo cual se establece la terminología, proporciona los requerimientos par a las especificaciones y lista de características usadas para determinar el desempeño de los equipos médicos y los documentos técnicos que deben ser tenidos en cuenta para el mantenimiento y fabricación de equipos médicos.”¹⁹

5.2.6 International Organization for Standardization ISO 17664: 2004.

Especifica los requisitos para que la información sea proporcionada por el fabricante de equipos y dispositivos médicos, de manera que este pueda ser

¹⁷ NFPA, NATIONAL FIRE PROTECCION ASSOCIATIONS, normas eléctricas contenidas Natioanl Electric Code [en línea]. Bogota: NFPA, 1999. Disponible en www.nfpa.org/aboutthecodes/list_of_codes_and_standards.asp

¹⁸ AAMI, Health devices inspection and preventiva maintenance system [en línea]. Bogota: AAMI, 1995. Disponible en www.aami.org/standards/

¹⁹ Ibid., disponible en www.iso.org/iso/iso_catalogue.htm

procesado en condiciones de seguridad y bajo cumplimiento máximo de su rendimiento. Se especifican los requisitos para su procesamiento, que consta de todas o algunas de las siguientes actividades:

- ✚ la preparación para la utilización
- ✚ la limpieza, desinfección
- ✚ el proceso de secado
- ✚ la inspección, el mantenimiento y las pruebas de calibración
- ✚ gastos de embalaje
- ✚ la esterilización
- ✚ el almacenamiento²⁰

5.2.7 International Organization for Standardization, ISO 16133: 2004.

“por la cual se proporciona orientación general sobre la selección de los procedimientos para el establecimiento y mantenimiento de los programas de vigilancia a lo largo de la calidad de los servicios prestados por los equipos médicos.”²¹

5.2.8 International electrotechnical Committee, IEC.

Organización mundial que realiza y publica los estándares internacionales para la tecnología eléctrica y electrónica. La IEC abarca todas las electrotecnologías incluyendo electrónica, electromagnetismo, electroacústica, telecomunicaciones, producción y distribución de energía y seguridad del medio ambiente. Cuenta con 57 países miembros que en conjunto consumen el 95% de la energía eléctrica del mundo.²²

²⁰ Ibid., disponible en www.iso.org/iso/iso_catalogue.htm

²¹ ISO, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.2004. Op. cit., p.25.

²² Ibid., Disponible en www.iec.ch/searchtech/tc_wkdoc.htm

La IEC ha adoptado y establecido los “estándares sobre la seguridad para equipos electromedicos”²³ desde 1977 a la fecha estos se han modificado y se han enriquecido con un gran número de requerimientos particulares. Por ejemplo la norma IEC 60601-1; equipos electromedicos – part 1: requisitos generales para seguridad básica y rendimiento esencial, aprobada su última edición en el 2005, “contiene los requerimientos básicos y esenciales aplicables generalmente a los equipos electromedicos”²⁴. Ejemplos de normas particulares:

- ✚ IEC 60601-1-1 Ed.2.0 b:2000 Equipos electromedicos – part 1-1: general requirements for safety – collateral standard: safety requirements for medical electrical systems
- ✚ IEC 60601-1-2 Amd.1 Ed.2.0 b:2005 Amendment 1 - Equipos electromedicos – part 1-2: general requirements for safety – collateral standard: electromagnetic compatibility – Requirements and test.
- ✚ IEC 60601-1-1 Ed.2.1 b: 2005 Equipos electromedicos – part 1-2: general requirements for safety – collateral standard: electromagnetic compatibility - requirements and tests.
- ✚ IEC 60601-1-3 Ed.1.0 b: 1994 Equipos electromedicos – part 1: general requirements for safety –3. Collateral standard: general requirements for radiation protection in diagnostic X-ray equipment.
- ✚ IEC 60601-1-4 Amd.1 Ed.1.0 b: 1999 amendment 1 - Equipos electromedicos – part 1: general requirements for safety – 4. Collateral standard: programmable electrical systems.
- ✚ IEC 60601-1-4 Ed.1.1 b: 2000 Equipos electromedicos – part 1-4: general requirements for safety – collateral standard: programmable electrical medical system.
- ✚ IEC 60601-1-6 Ed.1.0 b:2004 Equipos electromedicos – part 1-6: general requirements for safety – collateral standard: Usability

²³ Ibid., Disponible en www.iec.ch/searchtech/tc_wkdoc.htm

²⁴ Ibid., Disponible en www.iec.ch/searchtech/tcwkdodc.htm

- ✚ IEC 60601-1-8 Ed.1.0 b: 2005 Equipos electromedicos – part 1-8: general requirements for safety – collateral standard: general requirements, test and guidance for alarm system in medical electrical systems.
- ✚ IEC 60601-1-8 Ed.1.0 b: 2005 Equipos electromedicos – part 1-8: general requirements for safety – collateral standard: general requirements, test and guidance for alarm system in medical electrical equipment and medical electrical systems.
- ✚ IEC 60601-2-1 Ed.2.0 b: 1998 Equipos electromedicos – part 2-1: particular requirements for safety of electron accelerators in the range 1 MeV to 50 MeV.
- ✚ IEC 60601-2-10 Ed.1.0 b: 1987 Equipos electromedicos – part 2: particular requirements for the safety of never muscle stimulators.
- ✚ IEC 60601-2-11 Amd.1 Ed.2.0 b: 2004 Amendment 1 - Equipos electromedicos – part 2-11: particular requirements for the safety of gamma beam therapy equipment.
- ✚ IEC 60601-2-11 Ed.2.0 b: 1997 Equipos electromedicos – part 2: particular requirements for the safety of gamma beam therapy equipment.

5.2.9 Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE. Art 41.

“requisitos para instalaciones hospitalarias”. el objetivo primordial es la protección de los pacientes y demás personas que laboren o visiten dichos inmuebles, reduciendo al mínimo los riesgos eléctricos que puedan producir electrocución o quemaduras en las personas e incendios y explosiones en las áreas médicas. Las disposiciones se aplicaran tanto a los inmuebles dedicados exclusivamente a la asistencia médica de pacientes como a los inmuebles dedicados a otros propósitos pero cuyo interior funcione al menos unas áreas para el diagnóstico y cuidado de la salud, sea de manera permanente o ambulatoria.

5.3. ESTADO DEL ARTE

5.3.1. ESTADO DEL ARTE LOCAL

En el año 2011, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, los ingenieros Mario Casas Trujillo y Rubén Darío Madroñero Pantoja, con la monografía denominada Diseño de un Plan de Mantenimiento adecuado para los equipos del Centro de Diagnóstico Automotor SERVICochesCDA, desarrollaron un Plan de Mantenimiento para SERVICoches CDA, en donde utilizaron una metodología de acuerdo al Estudio de Caso aplicativo, desde el diseño hasta la presentación de los resultados.” En teoría es una respuesta a una pregunta del tipo “por qué” o “cómo”, y encierra generalmente un mecanismo causal. El estudio de caso permite indagar detalladamente en este mecanismo, con mayor profundidad que los estudios estadísticos.

En el año 2011, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, el ingeniero Sergio Luis Sánchez Cardona, con la monografía denominada Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo adecuado para los Equipos De Extrusión en la Empresa Plásticos MÓNACO SAS, desarrolló la implementación en tres fases metodológicas que comprenden planeación, análisis, diseño y evaluación, de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para los equipos de extrusión de la empresa Plásticos Mónaco S.A.S. Esto inicialmente se realiza, registrando las actividades de mantenimiento que se le realizan a la máquina extrusora que genera al mes alrededor 66 toneladas de producto termoencogible, debido a que inicialmente no se hacía. Luego se hace un reporte de los daños que entra en un historial para elaborar un gráfico de criticidad de operación de la máquina, un reporte de mantenimiento, uno de calidad del producto producido y un análisis de costos. Se evidencia que las fallas presentadas en la maquinaria son debidas a la falta de mantenimiento preventivo. Se ejecuta el mantenimiento y se solucionan inconvenientes de funcionamiento.

En el año 2011, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, la ingeniera Laura Andrea Gómez Ojeda, con la monografía denominada Diseño de un Plan De Mantenimiento Adecuado utilizando El Modelo TPM Para La Empresa CONTROL DE SÓLIDOS LTDA, desarrolló el plan de mantenimiento utilizando TPM (Mantenimiento Productivo Total) para los equipos de Control de Sólidos en el sector petrolífero en la empresa CDS LTDA, basándose en que es el objetivo principal de la investigación. Validando correcta, confiable y aceptablemente las conclusiones obtenidas. Inicialmente se analizaron los procedimientos de mantenimiento que estaban desarrollados en la compañía y se llegó a la conclusión que deben ser reformados ya que su aplicabilidad es administrativa y no la mantenibilidad de equipos.

En el año 2012, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, la ingeniera Syndi Milena Velasco Aguilar, con la monografía denominada Diseño del Área de Mantenimiento para la compañía Be-On Global Solutions, diseñó un plan de mantenimiento para ser implementado, debido a que no se contaba con éste. Se definió el tipo de mantenimiento que se necesita para los equipos, señalando el alcance, como se va a realizar, determinando procedimientos y normas, los recursos humanos, los equipos, herramientas necesarias y la duración en cada tarea. Para esto se utiliza la metodología de elaboraciones de planes de mantenimiento basado en instrucciones del fabricante, instrucciones genéricas y la experiencia de los técnicos, realizando listados de instrucciones del fabricante, instrucciones genéricas, fallos, soluciones dadas y matriz de criticidad.

En el año 2011, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, los ingenieros Jair Cortés Tunjano y Nelson Prieto Fetecua, con la monografía denominada Propuesta de Aplicación de la Metodología PMO (Optimización del Mantenimiento Planeado) en el Plan de Mantenimiento de los Vehículos de la Empresa Transmasivo S.A”, desarrollaron éste método en el cual se genera una lista de modos de falla del programa de mantenimiento real, en el cual se hace una

evaluación de fallas, análisis de riesgo sobre la documentación técnica, revisión de los requerimientos de mantenimiento, el historial de fallas y facilita el diseño de un marco formal de trabajo racional y rentable, basado en confiabilidad, cuando un sistema de mantenimiento planeado está consolidado y el mantenimiento de los equipos se encuentra bajo control. Por medio del PMO se analiza el programa de mantenimiento anterior, se realiza los análisis de confiabilidad, se genera una base de datos de los modos de falla, se escoge el método más eficaz de mantenimiento, se tiene en cuenta la experiencia del personal de mantenimiento, se usa el diagrama de decisiones del RCM, se reconoce la importancia de las funciones del activo, se diseña de un marco de trabajo racional y rentable y se establece la adecuada asignación de recursos.

En el año 2012, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, los ingenieros Carlos Romaña y José Fernández con la monografía denominada “ Optimización del Programa de Mantenimiento Preventivo Eléctrico De La Empresa Fabrica De Telas Lafayette”, desarrollaron un proyecto de investigación que permite, mediante un orden sistemático, desarrollar todas las actividades y obtener resultados en cuanto al mantenimiento preventivo en el departamento eléctrico de la empresa fábrica de telas Lafayette: El proyecto se lleva a cabo en varias etapas: En la primera etapa se realiza una auditoría interna para determinar el estado actual del departamento de mantenimiento eléctrico de fábrica de telas Lafayette. En la segunda etapa se realiza un plan de ejecución para el cumplimiento de las no conformidades por parte de la auditoría. En la tercera etapa se realiza un plan adecuado para desarrollar las capacitaciones en el departamento de mantenimiento eléctrico. En la cuarta etapa se recolecta la información y datos desde los archivos de la fábrica para sugerir los indicadores de gestión básicos en mantenimiento como son el *MTBF*, *MTTR* y la DISPONIBILIDAD. En la quinta etapa, se revisa el plan de mantenimiento preventivo con base a los resultados obtenidos de los indicadores de gestión sugeridos. En la sexta y última etapa, se

centraliza la información en un software de mantenimiento para consulta interna y entre los demás departamentos de la organización.

En el año 2012, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, los ingenieros Pedro Enrique Forigua Hernández y Sergio Andrés Galeano Sánchez, con la monografía denominada “Propuesta del Plan de Mantenimiento de los Compresores Kaeser m57 pertenecientes a la Flota de Alquiler de la Empresa Grúas y Equipos S A S, desarrollaron una monografía en la cual se busca reducir costos y optimizar la disponibilidad de los compresores Kaeser M57. Es necesario tener un control del mantenimiento de esos activos para administrar los recursos técnicos y de partes, así como, prevenir fallos y programar adecuadamente actividades e inspecciones. A lo largo del desarrollo de esta propuesta se definen inicialmente las diversas y más importantes metodologías de mantenimiento; de igual manera, se mencionan algunas especificaciones técnicas del compresor Kaeser para poder enfocar la metodología a seguir para desarrollar el plan de mantenimiento. La propuesta de plan de mantenimiento para los compresores Kaeser M57 indicara una lista base de activos codificados, un análisis de costos de reparación actual, desarrollo de fichas u hojas de vida de los equipos con información específica. El plan de mantenimiento es complementado por rutas diarias, semanales y mensuales a realizar por el personal involucrado.

En el año 2011, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, los ingenieros Gabriel García Cifuentes y Rubén Darío Forero López, con la monografía denominada “Diseño de un Plan De Mantenimiento Preventivo para Maquinas de Corte de Mármol” desarrollaron una monografía en la cual se garantizan las ganancias en la empresa por disponibilidad de equipos, implementando un plan de mantenimiento debido a que no existía. La formación de empresas dedicadas al tratamiento del mármol, tienen entre sus colaboradores sin capacitaciones necesarias que puedan garantizar una buena operación sin afectar la vida útil de los equipos. Con la realización de esta monografía lo que se busca es dar a

conocer las ventajas que da el plan de mantenimiento y ver como ellos en estos momentos tienen gastos innecesarios. La idea principal adoptar un modelo de gestión de mantenimiento que permita su aplicación en los demás organizaciones.

En el año 2011, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, los ingenieros Nelson Albeiro Pineda Moreno y Oscar Hernán Martín, desarrollaron la monografía denominada “Mejora de la Logística Interna de Materiales para Incrementar la Eficiencia de los Procesos del Sistema de Producción de Campanas Extractoras en la Empresa CHALLENGER S.A” , en la cual se abordan algunas de las problemáticas que sufren muchas empresas a nivel interno dentro de sus procesos de producción, como pueden ser el abastecimiento y distribución de materiales (Logística Interna) entre otras. Se pretende realizar un estudio de las principales causas que generan la necesidad de implementar una adecuada logística interna y de esta forma erradicar los problemas que se presentan en la actualidad. En este orden de ideas el procedimiento a seguir es el reordenamiento y revisión de los puestos de trabajo al iniciar la labor diaria, para garantizar de esta manera que se tenga el material requerido en el tiempo y en las cantidades necesarias, minimizando sobrantes y/o faltantes dentro del proceso de la línea de producción de campanas extractoras, ya que son los problemas más evidentes a simple vista, los cuales retrasan el proceso y evitan un correcto almacenamiento de producto terminado y acumulación de producto en proceso. Para liberar cargas laborales y evitar este tipo de inconvenientes dentro de dicho proceso, se propone el diseño de dispositivos para el transporte interno de materiales y el almacenamiento del producto final, lo cual generará un proceso más eficiente, garantizando la fluidez de la línea de producción, disminuyendo los cuellos de botella y evitando desperdicios y reprocesos de producto terminado.

En el año 2012, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales, el ingeniero Alexander Rada Tatis, desarrolló la monografía denominada “Plan de Mantenimiento Monitoreado Aplicado a la empresa UPSENERGÍA S.A.S” en la cual se propone un software de monitoreo para la empresa. El software abarca las áreas principales de una empresa de mantenimiento electrónico, entre las que se puede mencionar: área de mantenimientos preventivos, área de mantenimientos correctivos, área de almacén y el área de gestión administrativa, sin olvidar otras áreas importantes. El software define cada una de las actividades a realizar en cada área, así también la frecuencia de los mantenimientos. Además, el diseño las hojas de seguimiento para llevar un control más detallado sobre las actividades que se realizan en cada equipo. Por último este hace mención al seguimiento que debe tener dicho programa de mantenimiento a cada equipo y la forma que deben realizarse.

5.3.2. ESTADO DEL ARTE NACIONAL

En el año de 2002 en la Universidad Industrial De Santander, los ingenieros Pedro Ignacio de la Cruz de Lavallo Lowey, Rafael Antonio del Risco Navas y Emerson Murillo Padilla, con la monografía denominada: “Metodología para decidir La Implementación de un Programa De Mantenimiento Productivo Total (TPM)”, investigaron y desarrollaron una metodología TPM en una empresa dedicada a la prestación de servicios de recolección de basura. Los datos suministrados y tomados en dicha empresa fueron obtenidos por medio de análisis durante un mes. Esta empresa está ubicada en la ciudad de Cartagena. Fueron objeto de estudio los equipos que son regulados por la ley, los equipos diagnosticados como cuello de botella, también equipos que bajo atributos de seguridad, calidad, operaciones (producción) y mantenimiento requieren un programa TPM. Se realizó una matriz de equipos y una organización para realizar el diagnóstico. Así mismo se analizaron y resolvieron interrogantes como ¿Qué origina las fallas de un equipo?

¿Qué pasa cuando falla un equipo? ¿Qué pasa si no se puede prevenir la falla? entre otros.

En el año de 2002 en la Universidad Industrial De Santander, el ingeniero Hernán Arturo Castillo Mier, con la monografía denominada: “Herramientas para el Mejoramiento del Proceso de Inspección del Equipo Estático de la Planta de Crudos de la Gerencia Refinería de Cartagena.”, en la cual se elaboraron procedimientos y formatos de inspección para las diferentes clases de equipos estáticos de la Planta de Crudos de la Gerencia Refinería de Cartagena como un aporte al mejoramiento de los procesos de la empresa para afrontar los retos que representa la apertura de la economía y las necesidades de competitividad en el mercado de los hidrocarburos. También plantearon el gerenciamiento de la información de inspección mediante la utilización de la metodología para los procesos de inspección denominada Inspección Basada en Riesgo, RBI. Esto permitió optimizar los trabajos de inspección mediante la reducción de equipos a intervenir sobre la base de una priorización teniendo en cuenta probabilidad de falla, la criticidad económica, de seguridad, de salud y ambiental de los mismos.

En el año de 2002 en la Universidad Industrial De Santander, el ingeniero Francisco de Jesús Blanco Meléndez, con la monografía denominada: Programa de Mantenimiento Preventivo para Maquinaria Diesel, realizó un programa de mantenimiento básico a maquinaria diesel con el fin de alargar el funcionamiento de las partes y sistemas, el cual no especifica actividades de mantenimiento como el de reparación a elementos tales como bombas de inyección, bombas hidráulicas, servo transmisión entre otros, debido a que existen talleres especializados para este tipo de mantenimiento. La idea principal es seguir el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante del equipo para no incurrir en errores y dañar elementos o perder la garantía.

En el año de 2002 en la Universidad Industrial De Santander, los ingenieros Adriana Marcela Cabrera Rojas, Álvaro Alonso Marconi Quintero y Mauricio de Jesús Oliveros Betancur, llevaron a cabo la monografía denominada: “La Gerencia de Mantenimiento como Servicio Empresarial, Plan Piloto: Casa Fuerza Peldar Zipaquirá”, en la cual se realizó la evaluación del estado de mantenimiento en Peldar, donde existe una red electrónica de comunicación interna, a través de la cual todas las dependencias interactúan para la solicitud y requisición de trabajos, servicios y materiales. Esto se efectuó por medio del software denominado PMC (Preventive Maintenance Control), que es una herramienta que se encargada de procesar y desarrollar el programa de mantenimiento. El resultado de la investigación arroja que el mantenimiento muy orientado al preventivo, se pierde toda la oportunidad de poder realizar un mejoramiento continuo al carecer del historial de los trabajos, de la cantidad y forma de utilización de los recursos, estadísticas que sirvan para establecer índices de gestión y sobre todo, pérdida del conocimiento generado, que se esfumará con la rotación natural del personal que atiende la planta.

En el año de 2001 en la Universidad Industrial De Santander, los ingenieros Jairo Peralta Pinto Y Álvaro Estrada Espinosa, llevaron a cabo una monografía en donde se diseñó un modelo de gestión de Mantenimiento Predictivo o Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, para los equipos críticos del sistema de embotellado de Bavaria S.A. de tal manera que se complementara el modelo de Mantenimiento de la empresa, minimizando los costos por estos conceptos y teniendo un sistema más productivo y de talla mundial. La metodología utilizada fué la siguiente: Primero trabajar en Mantenimiento Predictivo, RCM y complementar el actual sistema de mantenimiento de la empresa, luego trabajando con los equipos y sistemas críticos de la planta de embotellado y luego definiendo los documentos y controles de gestión para una correcta implantación del sistema y su seguimiento

para un mejoramiento continuo. El objetivo fue ayudar al sistema de mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de mejorar la planeación, programación, ejecución y control del sistema de mantenimiento de la empresa en una forma segura y económicamente eficiente.

5.3.3. ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL

En el año de 2012 en la Universidad Nueva Esparta de Venezuela, los ingenieros Guillermo Himiob C y José La Riva, llevaron a la cabo la monografía denominada “Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Efectivo para un Laboratorio Farmacéutico en Venezuela”, la cual establece un plan de mantenimiento preventivo eficiente en la industria farmacéutica para que los productos elaborados en la misma estén libres de defectos y así no existan pérdidas de tiempo y materia prima. La finalidad de este proyecto es utilizar en el plan de mantenimiento, herramientas eficaces para así realizar inspecciones pertinentes y con esto evitar que la industria tenga problemas a la hora de elaborar los productos requeridos por la población.

En el año de 2011 en la Universidad Politécnica de Ecuador, los ingenieros Germán Erazo, William Ramiro Cofre y Mario Rubén Quiroga Arango, llevaron a cabo la monografía denominada “Elaboración del plan de Mantenimiento Programado para el parque automotor de la Sección de transportes de la ESPE extensión Latacunga”. El cual establece la elaboración de diferentes tipos de mantenimiento para los automotores en general. Mediante el levantamiento de diversa información se obtiene un amplio conocimiento para la elaboración de las fichas técnicas con las características y datos técnicos de cada vehículo y se realiza una encuesta al personal de conductores de la ESPE Extensión Latacunga. De ésta forma se desarrolla un plan de mantenimiento programado para el parque automotor de la ESPE Extensión Latacunga, con el propósito de brindar

información necesaria a la sección de transportes. El objetivo es el de poder disponer de una herramienta de planificación y ejecución sobre mantenimiento programado con el fin de prolongar el tiempo de vida útil de los vehículos.

En el año de 2005 en la Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, el ingeniero Ramón González Vázquez, llevó a cabo la monografía denominada “Mejoras al Mantenimiento de Equipos Médicos que emplean Radiaciones Gamma”. En ella se desarrolla una metodología para calibrar los equipos de medicina nuclear y obtener la espectrometría Gamma y la resolución espectral del isótopo en cuestión, de forma automatizada. Además se desarrolló un dispositivo para determinar la posición del isocentro en los equipos de radio terapia y la ortogonalidad de los planos de corte producidos por los láseres y se desarrolla un programa para procesar los datos resultantes de la calibración de los equipos de medicina nuclear. Esto se realiza por medio de un programa en Matlab, el cual identifica las variables y valores en display que solicita la introducción de la base de datos simplemente escribiendo el nombre del fichero, los datos pareados de dos variables en cuestión, que son trazados en una gráfica cartesiana, donde se obtiene la gráfica correspondiente. Se procede a realizar la detección de los puntos de la gráfica que nos permiten obtener los valores de segmentos y posición del valor de la energía determinada. Se realizan los cálculos correspondientes y se expresa el resultado final en porcentaje. El valor obtenido es significativo para el dispositivo a evaluar, lo que puede implicar su sustitución por otro que cumpla con el parámetro requerido.

En el año de 2006 en la Universidad del Oriente de España, la ingeniera Daryana García Márquez, llevó a cabo la monografía denominada “Lineamientos para el Mantenimiento Preventivo de los Equipos existentes en la Empresa FRUTICASA S.A”. Esta investigación tiene como propósito fundamental el diseño de lineamientos para los Costos de Mantenimiento Preventivo de la empresa FRUTICASA S.A. El Tipo de Metodología empleada en el desarrollo de este proyecto fue de campo y documental dirigida hacia un nivel descriptivo por cuanto

se hizo necesario recoger, describir, organizar e interpretar los datos recabados directamente de la realidad; haciendo hincapié en el área de mantenimientos específicamente. Se realizó con colaboración de todo el personal que labora dentro de esta planta, el cual estuvo formado por 11 personas, a los cuales se les aplicaron entrevistas no estructuradas, que permitieron tener una idea más clara y precisa de los procesos de mantenimientos empleados a cada equipo. La información obtenida fue reflejada, analizada e interpretada, detectando que FRUTICASA S.A, presenta innumerables fallas en el área de mantenimiento, debido a que esta no cuenta con un departamento que le permita a la empresa llevar un control de los gastos incurridos, además de no contar con los manuales de operatividad de cada equipo.

En el año de 2007 en la Universidad Técnica de Ambato”, el ingeniero Henry Ángel Pérez Barona, llevó a cabo la monografía denominada “Elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo y Predictivo del caldero en la fábrica Lavanderías Nacionales”, en la cual se implementa un manual preventivo y predictivo, realizando un diagnóstico para solucionar los problemas, alargar la vida del caldero para que aumente su eficiencia y por tanto los costos de mantenimiento disminuyan.

6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

En la ciencia existen diferentes tipos de investigación y es necesario conocer sus características para saber cuál de ellos se acomoda mejor a la investigación que va a realizarse.

Aunque no hay acuerdo entre los distintos tratadistas sobre la clasificación de los tipos de investigación, a manera ejemplo se pueden mencionar:

Tabla 1. Clasificación de los tipos de investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERISTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

Fuente: Guía de proyectos ECCI

En referencia a la clasificación anterior, nuestra investigación se basa en un estudio de caso.

7. DESARROLLO METODOLÓGICO

El plan de mantenimiento existente en la Clínica de Especialistas La Dorada, es un plan que fue realizado hace cuatro años aproximadamente, pero que no cuenta con una organización metodológica ni estructural (anexo 7 diferencias/fallas), sino que se limita únicamente a limpiezas y ajustes periódicos, los cuales son muy básicos para los equipos biomédicos que se tienen. El principal objetivo de éste trabajo es mejorar dicho plan, pero adaptándolo a las teorías y prácticas del mantenimiento, que se han aprendido durante las cátedras y llevar a cabo cambios notables, que sean para mejorar el funcionamiento y disponibilidad de cada equipo.

Inicialmente, se hace uso del inventario de equipos biomédicos del plan de mantenimiento de equipo biomédico existente y con base a este se realiza el nuevo inventario verificado y corrigiendo datos como marca, serie, modelo, ubicación, estado, clase, a fin de eliminar equipos biomédicos que no se encuentren en uso y que han sido dados de baja, identificar los equipos que requieran ser reemplazados e incluir de igual forma otros equipos biomédicos básicos que podrían no aparecer pero que por su importancia en la prestación de los servicios, costo y tecnología, ameritan ser tenidos en cuenta. Después de realizado el nuevo inventario se realiza la clasificación de los equipos biomédicos y a partir de los resultado se realizan cuadros o gráficos comparativos con el fin de realizar análisis e identificar factores que se van a mejorar y realizar dichas mejoras para poder finalmente avanzar a la siguiente etapa de la mejora del plan de mantenimiento de equipo biomédico.

7.1 INVENTARIO DE EQUIPO BIOMEDICO

Se realiza una tabla en Excel la cual consta de cinco (06) columnas destinadas a obtener información básica de los equipos biomédicos. A cada uno se le asigna un número consecutivo con el fin de totalizar el número de equipos biomédicos, seguido a esta columna se toma el nombre, marca, modelo, serie, ubicación y clase de cada uno, todo en el orden mencionado, con esta información obtenemos el número total de equipos biomédicos, determinamos los equipos que se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento, cuales requieren ser reemplazados o cuales requieren la baja, que equipos se requieren adicionalmente para cada servicio, determinar los ajustes a realizar a cada uno y realizar el análisis requerido para cada equipo.

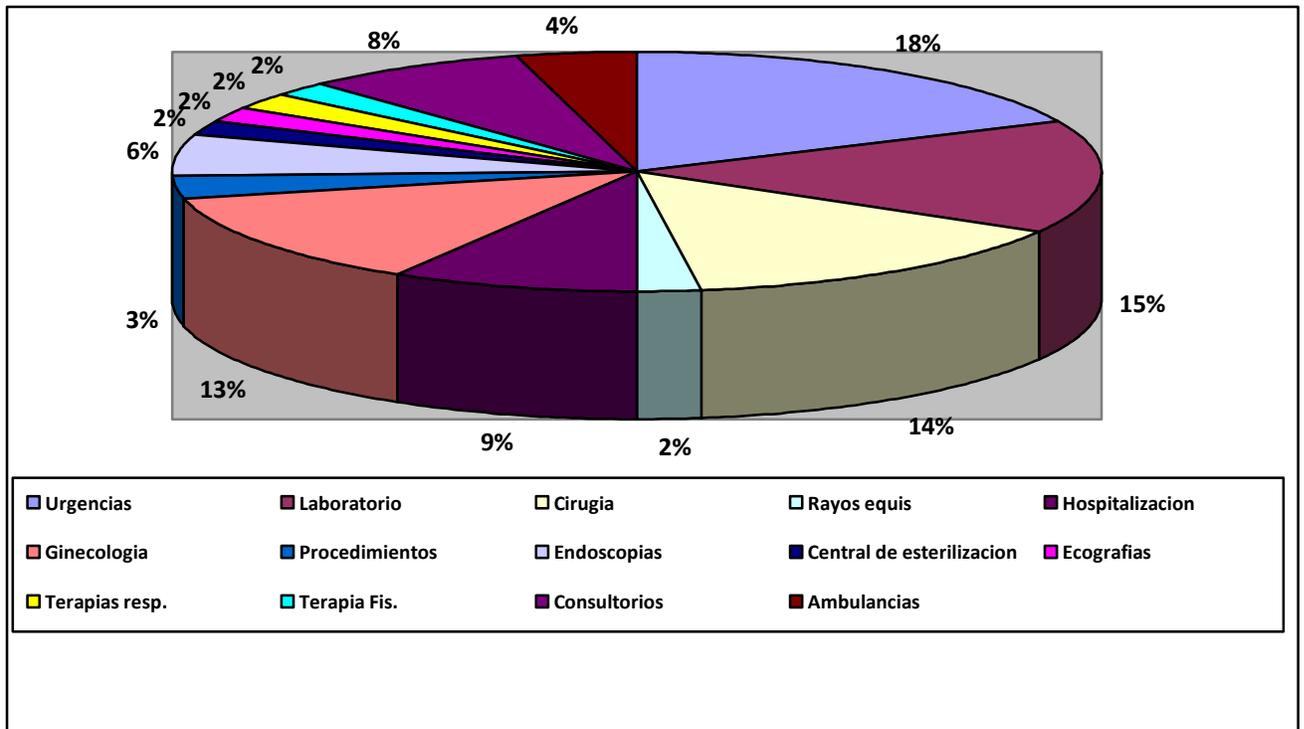
Se inicia con la realización del inventario en el servicio de urgencias, seguido de los servicios de cirugía, central de esterilización, rayos equis, hospitalización, laboratorio, ginecología y unidad de cuidado intensivo (uci), en cada servicio se cuenta con el acompañamiento y la ayuda de la jefe del servicio con el fin de obtener información acerca de la forma como operan los equipos y las dificultades generadas en la manipulación de los mismos, además de no incomodar a los demás funcionarios de la clínica y por supuesto los pacientes.

Después de realizado el inventario en los diferentes servicios de la Clínica de Especialistas la Dorada y prestos a realizar la evaluación del inventario, se contabilizaron en total 317 equipos relacionados de la siguiente manera:

- ✚ Urgencias: 38
- ✚ Laboratorio: 32
- ✚ Cirugía: 30
- ✚ Unidad de cuidado intensivo: 107
- ✚ Rayos x: 5

- ✚ Hospitalización: 18
- ✚ Ginecología: 27
- ✚ Procedimientos especiales: 6
- ✚ Endoscopias: 12
- ✚ Central de esterilización: 4
- ✚ Ecografías: 4
- ✚ Terapia respiratoria: 5
- ✚ Terapia física: 4
- ✚ Consultorios: 16
- ✚ Ambulancias: 9

Figura 1. Equipos por servicios



7.1.1 EVALUACIÓN DEL INVENTARIO DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS

Para el proceso de revisión del inventario se establecieron los principales parámetros a tener en cuenta para realizar dicha clasificación, ya que es importante tener presente que un equipo biomédico debe ser sometido a inspección, mantenimiento o verificación cuando se desea reducir el riesgo de daño a pacientes, operadores o visitantes, mejorar la calidad del servicio ofrecido.

- ✚ Primero se valora el nivel de riesgo del equipo biomédico para analizar que tanto está relacionado el equipo biomédico con el paciente y operarios.
- ✚ Segundo se determina que equipos biomédicos no cumplen con las condiciones de funcionamiento y requieren ser reemplazados.
- ✚ Tercero se calcula el índice de gestión de los equipos biomédicos.

7.1.2 CLASIFICACIÓN DEL EQUIPAMIENTO SEGÚN SU NIVEL DE RIESGO.

La clasificación de los dispositivos médicos, se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico. Se deberá establecer la clasificación de los dispositivos médicos siguiendo las reglas establecidas en el artículo 7o del decreto 4725 de 2005, dentro de las siguientes clases:

- ✚ **Clase I:** son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.

- ✚ **Clase II a:** son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

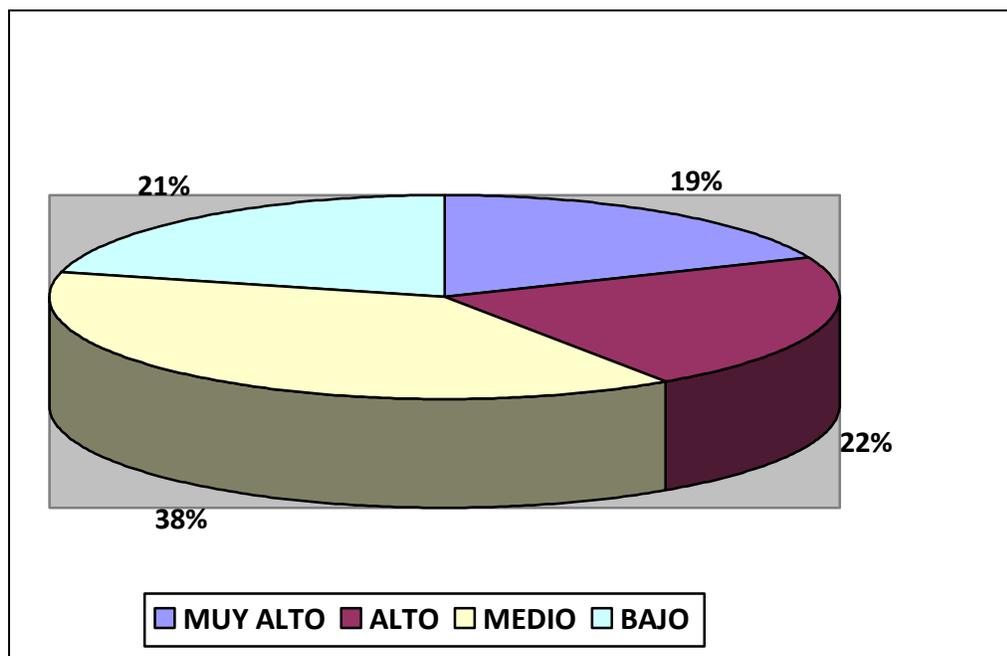
- ✚ **Clase II b:** son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.

- ✚ **Clase III:** son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial a la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso representa un riesgo potencial de enfermedad o lesión.²⁵

A continuación se relaciona la clasificación del riesgo de los equipos biomédicos obtenida en el nuevo inventario de equipo biomédico, según lo descrito anteriormente y haciendo referencia al decreto 4725 de 2005.

²⁵ Decreto 4725 de 2005, Op. Cit., p. 109.

Figura 2. Clasificación de equipos según el tipo de riesgo



Fuente: Los Autores

Tal como se aprecia en la figura 2, según la clasificación propuesta a los equipos biomédicos se clasificaron así:

- ✚ 19% son equipos considerados de riesgo muy alto Clase III.
- ✚ 22% son equipos considerados de riesgo alto Clase II b.
- ✚ 38% son equipos considerados de riesgo moderado Clase II a.
- ✚ 21% son equipos considerados de bajo riesgo Clase I.

7.1.3 DETERMINAR EQUIPOS A REEMPLAZAR.

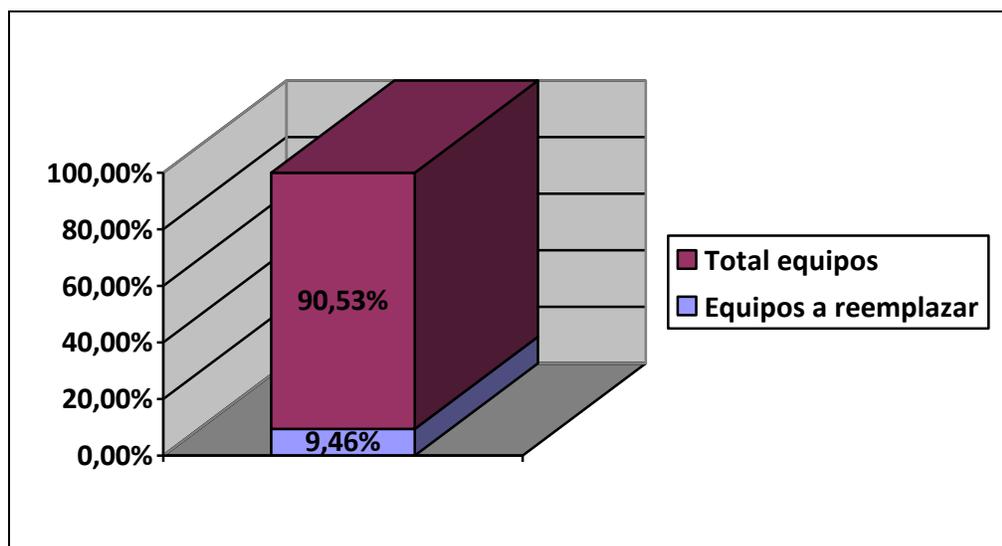
Los equipos biomédicos a reemplazar son aquellos que presentan deterioro físico y funcional, generado por el mal uso, operación indebida o por superar la vida útil de funcionamiento sugerida por el fabricante o simplemente por depreciación normal de un equipo.

Un equipo se considera que no cumple con condiciones físicas cuando presenta desgaste en sus componentes externos (carcaza, base rodante, indicadores, display, etc.), generando mal aspecto físico, falta de higiene, asepsia, propiciando la proliferación de roedores e insectos y exponiendo al contagio de virus y bacterias a los usuarios, operadores y por supuesto al personal de mantenimiento.

Por otra parte en lo referente al estado funcional de los equipos biomédicos se considera que un equipo biomédico no cumple con las características de funcionamiento cuando se presentan fallas diferentes y continuas en la operación y obtención de resultados para lo cual está destinado el equipo, debido al desgaste de los componentes básicos del equipo (tarjetas electrónicas, fuentes de poder, sensores de flujo, celdas de oxígeno, puertos, electrodos, etc.) generado por el mal uso o simplemente por desgaste normal del equipo (vida útil del equipo).

Después del análisis, el total de los equipos a reemplazar son en total 30, representados de la siguiente manera:

Figura 3. Equipos a reemplazar



Fuente: Los Autores

- ✚ Urgencias: 8
- ✚ Laboratorio: 3
- ✚ Cirugía: 4
- ✚ Hospitalización: 6
- ✚ Ginecología: 7
- ✚ Endoscopias: 2

7.1.4 INDICE DE GESTIÓN DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS.

El índice de gestión de los equipos biomédicos consiste en asignarle una puntuación a cada equipo en diferentes categorías, para luego totalizar y realizar la clasificación correspondiente, esta clasificación se realiza en base al documento sobre mantenimiento de equipos biomédicos desarrollado por la OMS (organización mundial de la salud), citando lo siguiente:

Modelo de Fennigkoh y Smith: Cada categoría incluye subcategorías específicas a las que se asigna un determinado número de puntos; al sumarlos, según la fórmula que figura más adelante, se obtiene una puntuación total que puede ir de tres (3) a veinte (20). Los equipos se asignan a diferentes niveles de prioridad en función de dicha puntuación.

- ✚ Función del equipo (Función)
- ✚ Riesgo asociado a la aplicación Clínica (Riesgo)
- ✚ Requerimientos de Mantenimiento (Mantenimiento requerido)

7.1.4.1 Función del equipo (Función)

Comprende diversas áreas en las que se usan los equipos terapéuticos, diagnósticos, analíticos y de otro tipo.

Tabla 2. Puntuación según función del equipo

CATEGORIA	FUNCION DEL EQUIPO	PUNTOS
Terapéutico	Equipos de apoyo a la vida	10
	Cirugía y cuidados intensivos	9
	Terapia física y tratamiento	8
Diagnostico	Monitoreo quirúrgico y de cuidados intensivos	7
	Otros equipos para el monitoreo de variables fisiológicas y el diagnostico	6
Analítico	Laboratorio analítico	5
	Accesorios de laboratorio	4
	Sistema de cómputo y equipos asociados	3
Varios	Equipos relacionados con los pacientes y otros equipos	2

Fuente: OMS

7.1.4.2 Riesgo asociado a la aplicación clínica (Riesgo)

Refleja las posibles consecuencias para el paciente, usuarios y/o el equipo durante el uso.

Tabla 3. Puntuación según riesgo de uso

DESCRIPCION DEL RIESGO DE USO	PUNTOS
Posible muerte del paciente	5
Posible lesión del paciente o el usuario	4
Terapia inapropiada o falso diagnostico	3
Daños en el equipo	2
No se detectan riesgos significativos	1

Fuente: OMS

7.1.4.3 Requerimientos de mantenimiento (Mantenimiento requerido)

Describe el grado y frecuencia del mantenimiento necesario en base a las indicaciones del fabricante o de la experiencia.

Tabla 4. Puntuación según requerimientos de mantenimiento

REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	PUNTOS
Extensivo: calibración de rutina y reemplazo de partes	5
Superiores: al promedio	4
Promedio: verificación del desempeño y pruebas de seguridad	3
Inferiores al promedio	2
Mínimos: inspección visual	1

Fuente: OMS

La fórmula utilizada para calcular el número (GE) de gestión del equipo es:

GE=función + riesgo + mantenimiento requerido

Criterios de inclusión:

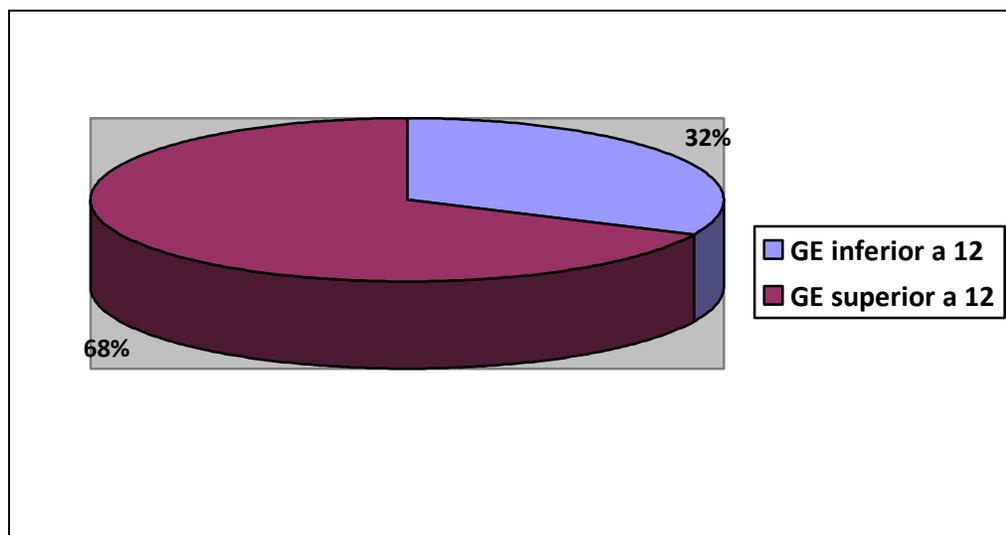
Se incluirán en el programa los dispositivos con un valor GE de 12 o superior y se programarán las inspecciones y el mantenimiento preventivos de todos ellos. En cuanto a la aceptación de equipos nuevos, se incluirá en el plan todo equipo nuevo que haya sido previamente evaluado y clasificado para su inclusión. El nuevo equipo será evaluado de acuerdo con el procedimiento descrito para obtener un número GE e incluido en el programa si corresponde. De ser así, se formularán por escrito procedimientos de inspección, verificación del funcionamiento y mantenimiento preventivo para el nuevo dispositivo.

7.1.4.4 Análisis de resultados:

- ✚ Los dispositivos con un número GE de 12 o más se incluyen en el inventario
- ✚ Los dispositivos con un número GE inferior a 12 no se incluyen en el inventario²⁶

Después de aplicar los anteriores criterios y realizar la puntuación a los equipos biomédicos obtenidos a partir de la exclusión de los equipos a reemplazar se obtiene los siguientes rangos de puntuación:

Figura 4. Puntuación según gestión del equipo



Fuente: Los Autores

De la totalidad de los equipos biomédicos evaluados según la gestión del equipo (GE) en la Clínica de Especialistas la Dorada, equivalentes a 287 equipos, se

²⁶ OMS, introducción a la gestión de inventarios de equipo médico, serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos ISBN: 9789243501390. 2005

excluyeron 91 (32%) , para un total de 196 (68 %) equipos biomédicos a incluir en el plan de mantenimiento preventivo.

Concluido el proceso de evaluación del inventario de equipo biomédico de la Clinica de Especialistas la Dorada (Anexo 1), se procede a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo el cual consta de:

- ✚ Determinar la frecuencia de mantenimiento
- ✚ Establecer cronograma de mantenimiento preventivo
- ✚ Procedimientos de inspección y mantenimiento

7.2 DETERMINACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO

Los valores correspondientes a los requisitos de mantenimiento también sirven para determinar el intervalo entre inspecciones y procedimientos de mantenimiento según el tipo de dispositivo.

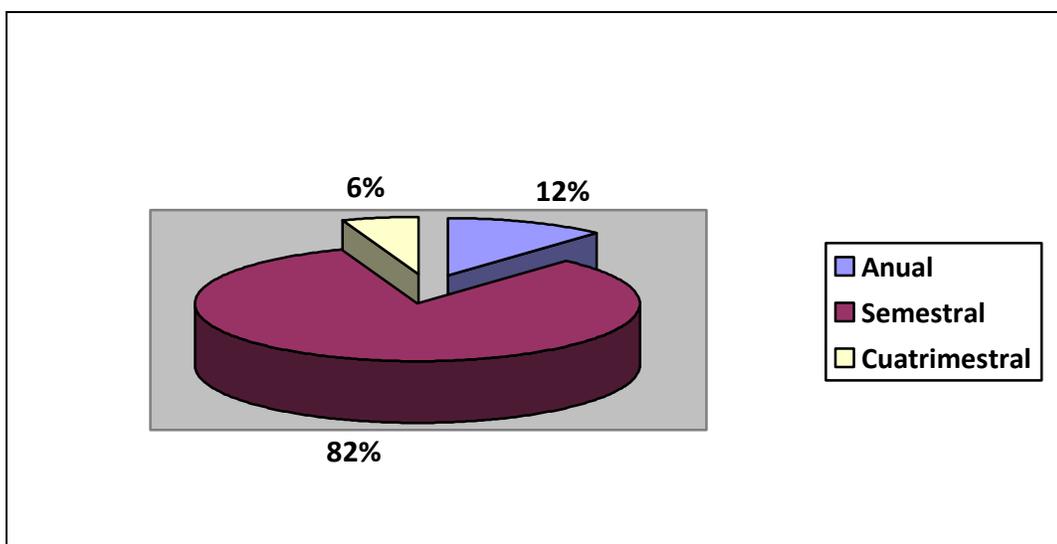
- ✚ Para todos los dispositivos con requisitos importantes de mantenimiento en la clasificación (valor característico de 4 o 5), se programan tareas de mantenimiento preventivo cada seis meses
- ✚ Para los dispositivos con requisitos usuales o mínimos de mantenimiento (valores de 3, 2 o 1) se programan tareas de mantenimiento anuales.
- ✚ Para los dispositivos con un valor de GE de 15 o más se programan inspecciones por lo menos cada seis meses.

- ✚ Para los dispositivos con un valor de GE de 19 o 20 se programaran inspecciones cada cuatro meses

Equipos no incluidos en el programa

Todos los equipos relacionados con la atención al paciente, con fines terapéuticos, de supervisión, diagnóstico o análisis que no se incluyan en el programa porque no han obtenido un valor de GE de 12 o más, pueden figurar en el inventario de equipos biomédicos de la Clínica de Especialistas la Dorada, pero en ellos solo se cubrirán las tareas de reparación.²⁷

Figura 5. Frecuencia de mantenimiento preventivo



Fuente: Los Autores

²⁷ OMS, introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, serie de documentos de la OMS sobre dispositivos médicos. ISBN: 9789243501536.

De los 196 equipos incluidos en el plan de mantenimiento preventivo, y después de asignado las frecuencias de mantenimiento, se procede a agrupar los equipos por tipo (Anexo 2), para continuar con la elaboración del cronograma de mantenimiento preventivo.

7.2.1 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Con el cronograma programamos las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo de la propuesta, relacionando el tiempo durante el cual se va a realizar las actividades de mantenimiento preventivo (Anexo 3).

7.3 PROCEDIMIENTO DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Un mes antes de la fecha establecida para la inspección y el mantenimiento preventivo se deben identificar los equipos en los que se realizará el trabajo.
2. En este periodo se encargan y ponen a disposición los repuestos necesarios para el mantenimiento preventivo.
3. Se asignarán las tareas de inspección y mantenimiento preventivo a quien corresponda, Ingeniero, técnico, proveedor externo.
4. Se entregaran las órdenes de trabajo al personal asignado (Anexo 10)
5. El mantenimiento se realizará conforme al procedimiento establecido (Anexo 4)

6. El personal encargado del trabajo anexara en la orden de servicio las tareas de inspección y mantenimiento realizadas y cualquier observación importante.
7. Una vez completado satisfactoriamente el procedimiento, se pegará una etiqueta de identificación que informe sobre la situación respecto del mantenimiento.
8. Después de completar el procedimiento y la documentación, se actualizará la orden de servicio en la ficha técnica y/o hoja de vida del equipo.
9. Si no es posible realizar el trabajo programado (por ejemplo porque faltan repuestos, el equipo está en uso o no es posible localizarlo), la razón se registra en una orden de servicio. El trabajo se completará en una fecha posterior.
10. Cuando un proveedor externo se encarga del mantenimiento, el departamento de mantenimiento notificará al proveedor y programará el servicio. Una vez completados el mantenimiento y la documentación, la orden de servicio se actualizará en la ficha técnica y/o hoja de vida del equipo.

7.3.1 PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCION DE SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Cuando ocurra una falla en un equipo biomédico, el servicio debe notificar al jefe de mantenimiento, mediante una solicitud verbal, telefónica o escrita, o llevando el equipo biomédico al departamento de mantenimiento.

Procedimiento

A. Cuando se recibe un equipo biomédico, se inicia una orden de trabajo estableciendo el orden de prioridad del trabajo y delegar la orden de servicio a quien corresponda, las ordenes en términos de prioridad de los servicios son las siguientes:

1. Urgentes por emergencia

- a. Son las situaciones de necesidad apremiante y peligro grave en términos de seguridad de los pacientes, los visitantes o el personal.
- b. Los pedidos de emergencia se realizan por teléfono o verbalmente y los gestiona el jefe de mantenimiento biomédico.
- c. La documentación se completará lo antes posible, cuando se presente la oportunidad.

2. Urgentes

- a. Son para desperfectos que requieren atención inmediata porque afectan el funcionamiento del servicio.
- b. La orden de servicio se puede llevar en mano al departamento de mantenimiento biomédico. La respuesta a la solicitud será lo más rápida

posible; solamente un pedido por emergencia se podría responder antes que esta orden de servicio.

3. Regulares

- a. Situación en la que la acción es necesaria, pero la avería no afecta la función del servicio.
- b. Se notificará al servicio solicitante la recepción de la orden y la programación del trabajo.

4. Pospuestas

- a. Las órdenes regulares se pueden posponer de acuerdo con la carga de trabajo o las prioridades.

B. En la solicitud de servicio, la persona que generó el pedido, o el técnico, debe proporcionar información que permita identificar el equipo y el departamento correspondiente y describir el problema. Esta información puede incluir:

- a. Descripción del equipo
- b. Nombre de la persona
- c. Ubicación del equipo
- d. Descripción del problema

7.3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA ATENCION A MEDIDAS CORRECTIVAS IDENTIFICADAS DURANTE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El departamento de mantenimiento de la Clinica realiza el mantenimiento preventivo siguiendo el cronograma como parte del plan de mantenimiento de los equipos de la Clinica. Las medidas correctivas que surgen durante los procedimientos de mantenimiento preventivo se deberán registrar correctamente con el fin de garantizar que las medidas correctivas necesarias detectadas durante el mantenimiento preventivo se realicen y registren adecuadamente.

Procedimiento

- A.** Si no se detectan problemas durante el mantenimiento preventivo de un dispositivo médico:
 - 1. Después de finalizar los procedimientos de mantenimiento preventivo, el técnico completará el formulario de orden de servicio de mantenimiento preventivo.
 - 2. El técnico pegará en el equipo una etiqueta de mantenimiento actualizada, si el trabajo de mantenimiento preventivo solicitado se realiza un mes después de programado, el técnico pondrá en la etiqueta la fecha real, es decir la del mes en que se completó el trabajo.
 - 3. El técnico pondrá el equipo nuevamente en servicio.

- B.** Si se detectan problemas durante el mantenimiento preventivo de un equipo biomédico:
 - 1. Si se considera que el problema es menor, que el procedimiento de mantenimiento preventivo se puede completar pero el equipo no puede

volver al servicio (por ejemplo, porque un cable de alimentación está dañado), el técnico debe seguir los siguientes pasos:

- a. Realizar el mantenimiento preventivo.
- b. Completar la orden de servicio.
- c. Pegar una etiqueta actualizada en el equipo.
- d. Iniciar una orden de servicio de mantenimiento correctivo, pegar en el equipo una etiqueta que indique que está fuera de servicio e informar al servicio que el equipo demorará en regresar al servicio.

2. Si se considera que el problema es menor, que el mantenimiento preventivo se puede realizar y el dispositivo puede volver al servicio (por ejemplo, se ha roto la placa de soporte de un tubo del equipo de anestesia), el técnico debe seguir los siguientes pasos:

- a. Realizar los procedimientos de mantenimiento correctivo.
- b. Completar el formulario de orden de servicio de mantenimiento preventivo.
- c. Pegar en el equipo una etiqueta de mantenimiento actualizada.
- d. Regresar la unidad al servicio.
- e. Iniciar una orden de servicio de mantenimiento correctivo para un eventual seguimiento posterior cuando el equipo esté disponible y realizar las tareas apropiadas para satisfacer la solicitud.

3. Si se considera que el problema no es menor y que no es posible completar el procedimiento de mantenimiento correctivo (por ejemplo, está dañado el módulo de control de flujo en un ventilador mecánico), el técnico debe seguir los siguientes pasos:

- a. Iniciar una orden de servicio de mantenimiento correctivo que incluya la referencia del número de orden de servicio de mantenimiento preventivo, pegar en el equipo una etiqueta que indique que está fuera de servicio e informar al servicio que el dispositivo demorará en regresar al servicio.
- b. Completar la orden de servicio de mantenimiento preventivo incluyendo la referencia del número de orden de servicio de mantenimiento correctivo.
- c. Después de realizar el trabajo correctivo, reanudar el procedimiento de mantenimiento preventivo, documentar la finalización del procedimiento de mantenimiento correctivo y luego completar el pedido de trabajo correctivo.
- d. Pegar en el dispositivo una etiqueta actualizada de mantenimiento.
- e. Poner nuevamente en servicio el equipo.

7.3.3 PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE INFECCIONES

Todos los integrantes del departamento de mantenimiento biomédicos no se expondrán ni expondrán a otros a ningún tipo de residuo infeccioso, con el fin de garantizar un entorno de trabajo seguro y limpio para todos, proteger a los técnicos de mantenimiento de los equipos contaminados.

Procedimiento

Precauciones generales

1. No se aceptarán para reparación equipos visiblemente contaminados hasta que el servicio correspondiente realice la limpieza. Para manipular los dispositivos se debe usar equipo de protección personal adecuado.

2. Todos los integrantes observarán las directrices sobre aislamiento y seguirán las recomendaciones sobre batas y uniformes en el área en que estén trabajando. Los integrantes no deben entrar a las “habitaciones aisladas” o a las “zonas restringidas” sin la autorización de la enfermera jefe.

3. El lavado de manos es necesario:
 - a. Cuando las manos se contaminan con sangre o líquidos corporales.
 - b. Cuando se quitan los guantes protectores.
 - c. Después del contacto con un paciente y antes de entrar en contacto con otro.
 - d. Está prohibido comer, beber, y manipular lentes de contacto en las áreas en las que existe riesgo de exposición ocupacional a sangre o líquidos corporales.

Precauciones relacionadas con los equipos

1. En los equipos en que se realiza mantenimiento de filtros, éstos se limpiarán o reemplazarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

2. Se utilizarán guantes cuando se cambien filtros que no sean de alta eficiencia (HEPA, high-efficiency particulate air). Estos filtros se desecharán con los residuos corrientes.

3. Todos los equipos con filtros HEPA requieren el uso de guantes, respiradores con filtro para partículas, bata y gafas protectoras. Estos filtros se desecharán como residuos infecciosos.

4. Todos los filtros que se reemplazan en el laboratorio clínico se consideran contaminados y se desechan como residuos infecciosos.

5. En la medida de lo posible, se trabajará lejos de las zonas de atención a pacientes o donde trabajan empleados cuando se deban abrir equipos para limpiarlos por aspiración o insuflando aire. Los equipos que se puedan cargar o arrastrar con facilidad se trasladarán al taller de ingeniería para su limpieza. El personal usará mascarillas para eliminar el riesgo de respirar el polvo de las máquinas

Todos los equipos que no se puedan mover del área de trabajo de los empleados se limpiarán por aspiración (y no con aire) de modo de no contaminar el entorno.

7.3.4 PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA INICIAL DE EQUIPOS BIOMEDICOS NUEVOS

Todos los equipos biomédicos que llegan a la clínica serán probados antes de usarlos por primera vez y se registrara en el inventario además estas pruebas serán registradas, esto incluye los equipos con la siguiente modalidad:

-  Equipos alquilados
-  Equipos en leasing
-  Equipos que pertenecen a médicos
-  Equipos propiedad de la clínica

Procedimiento:

El departamento de mantenimiento biomédico se asegurará de que en los equipos nuevos se realice la siguiente inspección:

- a. Se verificará que están todos los accesorios necesarios para el correcto funcionamiento del equipo.
- b. Se comprobará que están disponibles los manuales del operador y del servicio técnico.
- c. Se verificará que el equipo funciona correctamente.
- d. Se comprobará que las alarmas funcionan y son audibles.
- e. Se determinará si los nuevos equipos serán incluidos, o excluidos, del programa de mantenimiento.

7.4 REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para registrar los resultados del trabajo de mantenimiento preventivo se cuenta con una lista de verificación y/o chequeo detallada (anexo 5) que debe seguir paso a paso. Esta lista también sirve como recordatorio de los pasos del proceso y, por lo tanto, ayuda a evitar olvidos u omisiones de pasos específicos. Registrar las mediciones y documentar los resultados finales (ya sea en forma de “aprobado/no aprobado” o en valores numéricos). Disponer de las últimas listas de verificación y/o chequeo de mantenimiento preventivo anteriores para utilizarlas como referencia es útil a la hora de tomar decisiones. Por ejemplo, cuando se trata de equipos que generan energía con fines terapéuticos, disponer de un registro de las últimas lecturas en el formulario de la siguiente inspección ayuda a identificar posibles problemas, ya que los niveles de energía pueden disminuir progresivamente con el tiempo. Además, saber cuándo se reemplazaron por última vez las piezas que habitualmente se sustituyen en el mantenimiento ayuda a

establecer si es necesario reemplazarlas nuevamente o cuándo se debe hacerlo, y puede explicar el estado de las piezas en la presente inspección.

En el mantenimiento correctivo, se registra las tareas realizadas e incluye el tiempo invertido y el costo del trabajo.

7.5 RECURSOS FISICOS

Se necesita de algunos recursos como un lugar de trabajo, herramientas y equipos para realizar pruebas, insumos, piezas, manuales de uso y de servicio.

7.5.1 LUGAR DE TRABAJO

El lugar de trabajo debe ser limpio y bien organizado con buena iluminación y con los servicios básicos que requieren los equipos (electricidad y gases medicinales) En él hay mesas de trabajo y espacio suficiente para guardar herramientas y equipos de medición, insumos, y los equipos pendiente por reparación. También debe haber espacio para los registros y la documentación, los manuales de uso y de mantenimiento.

7.5.2 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Se requiere de un conjunto básico de herramientas y equipos de medición para el mantenimiento de los equipos biomédicos como medidores de temperatura, multímetros, osciloscopios, medidores de seguridad eléctrica. También se requieren de algunos analizadores de variables físicas y biológicas.

7.5.3 INSUMOS Y REPUESTOS

Los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo son los relacionados con la limpieza y lubricación, algunos manuales de mantenimiento indican los productos apropiados para no dañar las etiquetas y superficies plásticas.

Los repuestos necesarios para el mantenimiento preventivo se deben encargar sobre la base del número de equipos de la clínica con varios días de anticipación, logrando así mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos biomédicos.

7.5.4 MANUALES DE USUARIO Y MANTENIMIENTO

El manual de usuario es útil para los técnicos, ya que deben conocer cómo se usa el equipo biomédico. El manual de mantenimiento es fundamental para la inspección, el mantenimiento preventivo, la reparación y la calibración.

Cuando los manuales del usuario y de mantenimiento no estén disponibles, es importante que el departamento de mantenimiento biomédico cuente con acceso a Internet con el fin acceder a los manuales o solicitar asesoramiento al fabricante, importador y/o distribuidor.

7.6 RECURSO HUMANO

7.6.1 RECURSO HUMANO PROPIO

El departamento de mantenimiento biomédico se divide en dos categorías: técnico y de gestión.

En la categoría técnica están los ingenieros biomédicos y/o electrónicos los cuales tienen conocimiento de ingeniería en general, aplicada a la tecnología médica, por otra parte los técnicos tienen conocimientos en aspectos técnicos del mantenimiento de equipos médicos, pueden ser técnicos biomédicos o electrónicos con cierto grado de capacitación.

En la categoría de gestión están los ingenieros encargados de dirigir el departamento de mantenimiento los cuales establecen los objetivos, planes, prioridades y actividades en general.

El perfil de quienes ocupan los diferentes puestos deben incluir desde títulos técnicos hasta profesionales especializados con ciertos años de experiencia, a continuación se describe los diferentes puestos de trabajo:

A. TECNICO I

Realiza tareas relacionadas con la instalación y el mantenimiento de equipos biomédicos de baja complejidad.

Perfil:

Estudios: Técnico, Tecnólogo biomédico, electrónico o carrera relacionada.

Experiencia: No se necesita experiencia. Se valorará la práctica empresarial realizada.

Tareas:

1. Instalar, mantener y reparar determinados equipos biomédicos.
2. Realizar inspecciones de seguridad eléctrica
3. Colaborar con la ejecución del plan de mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos.
4. Documentar las inspecciones de los equipos biomédicos nuevos, el mantenimiento preventivo y correctivo.
5. Ayudar en los diferentes servicios a que utilicen y mantengan en buen estado los equipos biomédicos.
6. Resolver las necesidades de los diferentes servicios.
7. Inspeccionar el ingreso de equipos biomédicos nuevos.
8. Informar cuando surjan problemas y colaborar en la solución.
9. Responde a las llamadas telefónicas y proporcionar información oportuna.
10. Velar por la limpieza y seguridad del sitio de trabajo

B. TECNICO II

Realiza tareas relacionadas con la instalación y el mantenimiento de equipos biomédicos de baja y mediana complejidad.

Perfil:

Estudios: Técnico, Tecnólogo biomédico, electrónico o carrera relacionada.

Experiencia: Tres años de experiencia como técnico y/o tecnólogo biomédicos en clínicas y/o hospitales de primer y segundo nivel

Tareas:

1. Llevar a cabo tareas más complejas en instalación, mantenimiento y reparación de ciertos equipos biomédicos, incluidos los de alta complejidad.
2. Trabajar de manera autónoma estableciendo prioridades.
3. Capacitar, asesorar y orientar a los nuevos técnicos y tecnólogos.
4. Participa en comités cuando se le solicita que lo haga.
5. Coordina la inspección inicial y la instalación de nuevos equipos cuando se le solicita que lo haga.
6. Asesorar en las evaluaciones previas a la compra de nuevos equipos

C. TECNICO III

Realiza tareas relacionadas con la instalación y el mantenimiento de equipos biomédicos de mediana y alta complejidad.

Perfil:

Estudios: Técnico, Tecnólogo biomédico, electrónico o carrera relacionada.

Experiencia: Cuatro años de experiencia como técnico y/o tecnólogo biomédico en clínicas y/o hospitales de segundo y tercer nivel.

Tareas:

1. Realizar tareas complejas y especializadas en la instalación, el mantenimiento y la reparación de diferentes equipos biomédicos, incluidos los de alta complejidad.

2. Capacitar, asesorar y orientar a los diferentes técnicos, sobre la operación y mantenimiento de los equipos biomédicos.
3. Ayudar a establecer requerimientos técnicos para la compra de equipos biomédicos.
4. En ausencia del jefe del departamento de mantenimiento biomédico, dirige el trabajo y establece las prioridades.

D. DIRECTOR INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

Responsable de la dirección y gestión de las actividades de ingeniería relacionadas con la seguridad, eficacia y disponibilidad de los equipos biomédicos.

Perfil:

Estudios: Ingeniero biomédico/electrónico o carrera similar preferiblemente con especialización en ingeniería biomédica o gerencia de mantenimiento.

Experiencia: Experiencia mínima de tres años como ingeniero de soporte en mantenimiento de equipos biomédicos, que incluya experiencia en gestión y dirección de proyectos.

Tareas:

1. Adquisición, mantenimiento y reparación de equipos biomédicos.
2. Coordinar el mantenimiento preventivo y las reparaciones realizadas por personal externo.
3. Evaluar posibles contratos de servicio y las relaciones con los proveedores externos.

4. Colabora con el personal de los diferentes servicios para maximizar la seguridad del paciente.
5. Garantizar el cumplimiento de las normas establecidas por los entes departamentales y nacionales.
6. Gestionar los diferentes proyectos asignados.
7. Gestionar la productividad del departamento y las iniciativas para mejorar el desempeño.
8. Colaborar en la gestión del sistema computarizado de gestión del mantenimiento.
9. Garantizar el cumplimiento en los plazos establecidos y la documentación de todas las tareas de mantenimiento.
10. Mantener las reservas de piezas de repuesto para garantizar el mantenimiento oportuno de los equipos.
11. Garantizar el cumplimiento de los plazos establecidos para las tareas de mantenimiento preventivo.
12. Representa al departamento de mantenimiento biomédico en las reuniones.
13. Capacitar al personal de los diferentes servicios en el uso y operación de los equipos biomédicos y en su mantenimiento.

7.6.2 RECURSO HUMANO EXTERNO

Algunas labores de mantenimiento no pueden ser realizadas por el personal propio o de planta del departamento de mantenimiento de la clínica, por esto es necesario recurrir a proveedores externos para que realicen el mantenimiento.

Estos proveedores externos se dividen en dos categorías:

- ✚ Fabricantes: los cuales ofrecen servicios de mantenimiento periódico y no programado para los equipos que fabrican, o equipos que se encuentran en periodo de garantía.
- ✚ Compañías especializadas en mantenimiento de equipo biomédico: las cuales ofrecen mantenimiento en un equipo en específico.

Indiferente que sea el proveedor externo, fabricante o compañía especializada con la cual se desee contratar, se puede recurrir a tres (03) diferentes tipos de contratación:

✚ Servicio completo:

- respuesta rápida
- en todo momento
- tarifas fijas.

✚ Servicio por tiempo y repuestos:

- tiempo de respuesta es variable según la necesidad
- las tarifas son por hora más los costos de los repuestos.

✚ Responsabilidad compartida:

- El departamento de mantenimiento de la clínica es responsable de la respuesta y la reparación inicial
- El personal externo interviene después, como y cuando sea necesario,
- Las tarifas son por hora más el costo de los repuestos.

7.7 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Los indicadores de mantenimiento, nos mostrarán los resultados obtenidos durante el desarrollo del plan de mantenimiento propuesto, considerando que los logros son alcanzar altos índices de confiabilidad, los indicadores a usar son los siguientes:

- ✚ Disponibilidad: indica el porcentaje de tiempo en que el equipo está disponible para el servicio, se calcula:

$$D = (MTBF / (MTBF + MTTR)) \times 100$$

Dónde:

- C: Confiabilidad
- MTBF: Tiempo medido entre fallas.
- MTTR: Tiempo medio para reparación

- ✚ Tiempo medido entre fallas (MTBF): es el tiempo promedio de funcionamiento de un equipo sin presentar fallas, se calcula:

$$MTBF = TTO / \# F$$

Dónde:

- TTO: Tiempo total de funcionamiento en un periodo
- # F: Número total de fallas

- ✚ Tiempo medio para reparar (MTTR): Tiempo promedio para reparar un equipo biomédico después de una falla, se calcula:

$$MTTR = TTR / \# F$$

Dónde:

TTR: Tiempo total empleado en restaurar la operación del equipo

#F: Número total de fallas

✚ Índice de mantenimiento preventivo:

$$IMP = P_i * t / T$$

Dónde:

IMP: índice de mantenimiento preventivo

P_i: Nivel de prioridad (GE)

t: Tiempo transcurrido en el último mantenimiento.

T: tiempo entre intervenciones el cual es dado por el fabricante, o tiempo obtenido por la experiencia del personal de mantenimiento de la clínica.

✚ Ordenes de trabajo solucionadas: indica el porcentaje de equipos a los cuales se solucionó el problema, se calcula:

$$OTS = (\# OTF / \# OT) \times 100$$

Donde:

OTS: Ordenes de trabajo solucionadas

#OT: Ordenes de trabajo generadas

#OTF: Ordenes de trabajo finalizadas

- ✚ N° de órdenes de trabajo pendientes: indica el porcentaje de equipos a los cuales no se da por terminado su reparación, se calcula:

$$OTP = (\# OT - \# OTF / OT) \times 100$$

Dónde:

OTP: Ordenes de trabajo pendientes

#OT: Ordenes de trabajo generadas

#OTF: Ordenes de trabajo finalizadas

8. FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN

8.1 FUENTES PRIMARIAS

Para la obtención de la información se utilizó como fuente primaria el manual de mantenimiento existente en la Clínica de Especialistas la Dorada, facilitado por el Gerente y el jefe de mantenimiento, además de entrevista con el personal de mantenimiento quienes son los que conocen la clínica de primera mano, adicional se obtuvo acompañamiento de los jefes de cada servicio para que relacionaran las fallas y problemas obtenidas con el uso y operación de los equipos biomédicos, además de obtener información acerca de la calidad y oportunidad del servicio prestado por el departamento de mantenimiento biomédico y cada uno de sus integrantes punto importante para determinar la continuidad de los integrantes actuales.

8.2 FUENTES SECUNDARIAS

Como fuente secundaria de información se consultaron documentos escritos de mantenimiento de equipos biomédicos como lo fueron apuntes de estudio de ingeniería y de especialización en gerencia de mantenimiento de la ECCI, archivos en medio magnético entregado por los diferentes instructores, consulta a normas establecidas por el ministerio de salud, entes territoriales de salud, documentos vía internet de la ECRI, documentos de la OMS, algunos portales especializados en mantenimiento, manuales, fichas técnicas de diferentes equipos biomédicos.

9. COSTOS

Estos son los costos necesarios para la ejecución de la propuesta para la mejora del plan de mantenimiento de equipo biomédico y garantizar el buen funcionamiento de los equipos biomédicos ajustado a normas vigentes y necesarios para garantizar la confiabilidad y disponibilidad, estos costos incluye cambio de partes por mantenimiento preventivo y correctivo, además de la calibración y reemplazo de equipos.

9.1.0 COSTOS REPUESTOS POR EQUIPO SEGÚN SU TIPO

Los costos relacionados corresponden a elementos o partes correspondientes a las posibles fallas o averías que puedan presentar los equipos, igualmente incluye piezas y/o accesorios de alto índice de cambio o reemplazo debido a su frecuencia de uso, también incluye partes de reemplazo por horas, días o meses de uso recomendadas por el fabricante.

Algunos de los costos calculados son: controles y módulos electrónicos de camas, sensores de saturación, brazaletes de una y dos vías, cables ecg de 3 y 10 derivaciones, bombillería especial, tarjetas electrónicas, baterías, sensores de oxígeno, sensores de flujo, filtros, baterías, electroválvulas, resistencias eléctricas, , presostato, controles de temperatura, temporizadores, aceite hidráulico, bombas de agua, mangueras, transductores, entre otros.

9.1.1 COSTOS INSUMOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Los elementos y/o insumos para el mantenimiento preventivo, son los necesarios para realizar las tareas de limpieza, desarme, lubricación, inspección, cambio de piezas y/o elementos requeridos, además de ajustes menores.

Algunos de los insumos son: limpiador electrónico, lubricante, cinta aislante/teflón, termoencogible, soldadura estaño, pomada soldadura, frotex, silicona en barra/alta temperatura.

9.1.2 COSTOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESPECIALIZADO

Son los equipos biomédicos que debido a su nivel de complejidad y riesgo para el usuario y operario requieren de servicio técnico especializado, el cual garantice el óptimo estado físico y funcional de los equipos, además de la integridad de usuarios, operarios y personal del departamento de equipo biomédico de la clínica.

9.1.3 COSTOS CALIBRACION EQUIPOS

Los equipos biomédicos requieren ser verificados y/o calibrados una vez por año, esto es para verificar el estado funcional (parámetros) y de seguridad tanto para el paciente como del operario.

9.1.4 COSTOS RECURSO HUMANO

Los costos establecidos para el recurso humano requerido, para conformar el departamento de mantenimiento de equipo biomédico de la Clínica de Especialistas la Dorada, fue basado en la experiencia requerida para cada uno, el tipo de contrato sugerido es por prestación de servicios (Salario integral), por el periodo de un año (periodo de prueba).

Cargo	Nivel	Asignación mensual	Asignación anual
Técnico I	Técnico	\$ 1'000.000	\$ 12'000.000
Técnico II	Técnico	\$ 1'200.000	\$ 14'400.000
Técnico III	Técnico	\$ 1'500.000	\$ 18'000.000
Director de Ingeniería	Profesional	\$ 2'500.000	\$ 30'000.000
Total			\$ 74'400.000

9.1.5. RESUMEN COSTOS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS BIOMEDICOS

Tabla 5. Resumen costos de mantenimiento

	VALOR
REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO	\$ 95'975.000
MANTENIMIENTO PREVENTIVO ESPECIALIZADO	\$ 30'300.000
INSUMOS MANTENIMIENTO	\$ 961.000
CALIBRACION EQUIPOS	\$ 13'547.400
RECURSO HUMANO	\$ 74'400.000
	\$ 215'183.400

9.2.0 COSTOS DE EQUIPOS A REEMPLAZAR.

Son los equipos que presentan deficiencia en su funcionamiento, pésimo estado físico y superan su vida útil de funcionamiento, por lo tanto requieren ser reemplazados.

9.3.0 DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL

Haciendo referencia al decreto 1769 de 1994 mencionado anteriormente, decreta:
ARTICULO 1. AMBITO DE APLICACIÓN. El presente decreto tiene por objeto regular los componentes y criterios básicos para la asignación y utilización de los recursos financieros, 5% del presupuesto total, destinados al mantenimiento de la infraestructura y de la dotación hospitalaria en los hospitales públicos y en los privados en los cuales el valor de los contratos con la nación o con entidades territoriales les representen más de un treinta por ciento (30%) de sus ingresos totales.

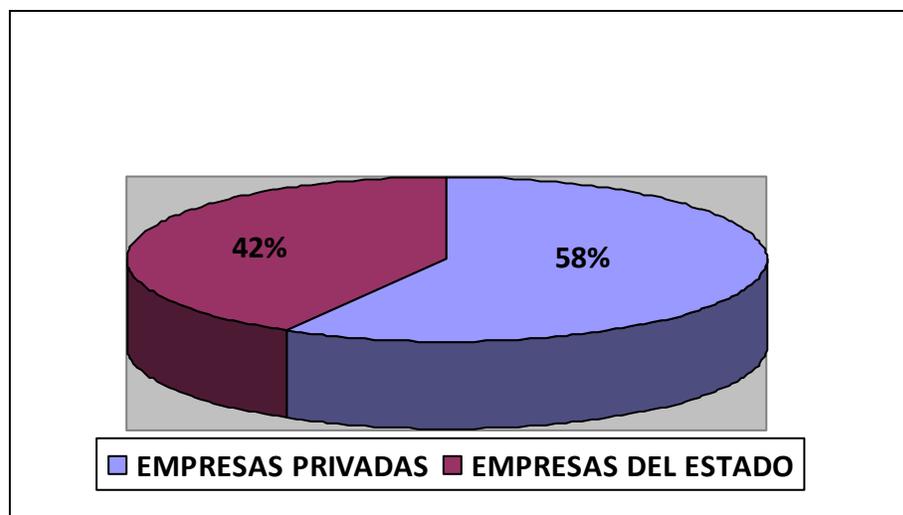
9.3.1 CONTRATOS VIGENTES Y FACTURACION MENSUAL

Son las empresas que representan los clientes de la Clinica de Especialistas la Dorada, entre los cuales se encuentran EPSs (entidades promotoras de salud), IPSs (instituciones prestadoras de salud), aseguradoras, y otras empresas tanto del sector público como privado.

Se relaciona lo facturado para cada empresa. Lo cual representa el recaudo del mes de Abril del año 2013, este recaudo será la base para promediarlo por el periodo de doce (12) meses, indicando el presupuesto promedio anual.

La Clinica de Especialistas la Dorada, cuenta con un total de 77 contratos con empresas de diferentes sectores representados de la siguiente forma:

Figura 6. Sector empresas contratantes



Fuente: Los Autores

Con el 42% de contratación con empresas del estado, la Clinica de Especialistas la Dorada destina el 5% de su presupuesto anual para el mantenimiento infraestructura y de la dotación hospitalaria.

9.3.2 FACTURACION PROMEDIO ANUAL

La facturación promedio anual, se ha calculado en base a los ingresos obtenidos en el mes de abril del presente año, multiplicado por un periodo de doce (12) meses, correspondientes a un año.

Tabla 6. Recaudos

Recaudos abril de 2013	787'789.099
Recaudo promedio por año	9.453'469.188

9.4.0 COSTOS Y PRESUPUESTO FINAL

El valor total de la propuesta para la mejora del plan de mantenimiento de equipo biomédico, incluido los equipos a reemplazar tiene un costo de **doscientos quince millones, ciento ochenta y tres mil, cuatrocientos pesos m/c (\$ 215'336.400)**, contando con una disponibilidad presupuestal aproximada de **doscientos treinta y seis millones, trescientos treinta y seis mil setecientos treinta pesos m/c (\$ 236'336.730)**, para la ejecución de la propuesta. Teniendo a favor un saldo de **veintiún millones, ciento cincuenta y tres mil, trescientos treinta pesos m/c (\$ 21'153.330)**, para ser invertido en un software de mantenimiento especializado.

9.5.0 RETORNO DE LA INVERSION (ROI)

El precio de venta anual y/o facturación corresponde a **nueve mil cuatrocientos cincuenta y tres millones, cuatrocientos sesenta y nueve mil ciento ochenta y ocho pesos (\$ 9.453'469.188)**, para una producción anual de **55.800** servicios. El costo de mantenimiento para la propuesta de mejora al plan de mantenimiento de equipo biomédico es de **doscientos quince millones, ciento ochenta y tres mil, cuatrocientos pesos m/c (\$ 215'336.400)**, el cual tiene una participación del **2,27%** sobre el valor total de las ventas.

Determino sobre el total de servicios prestados el valor promedio de venta por servicio equivalente a **ciento sesenta y nueve mil, cuatrocientos diez y siete pesos (\$ 169.417)** y de esta forma aplicamos el 2,27% para determinar el costo de mantenimiento por servicio que es de **tres mil ochocientos cuarenta y seis pesos (\$ 3.846)**.

La utilidad generada, por cada servicio prestado es del **5%** (dato suministrado por el dpto. de contabilidad), correspondiente a **ocho mil cuatrocientos setenta pesos (\$ 8.470)** aproximadamente, equivalentes a **un millón trescientos doce mil novecientos ochenta y dos pesos (\$ 1'312.982)** por día.

Ejecutando la propuesta de mejora al plan de mantenimiento se pretende evitar las paradas imprevistas de estos equipos, inversión recuperable en:

ROI = valor ejecución plan de mtto / utilidad día

ROI = 215'336.400/ 1'312.982

ROI = 164 días, correspondientes a 5,4 meses

Tabla 7. Equipos calculo ROI

EQUIPO	ESDTUDIOS/ INGRESOS X DIA	TIEMPO DE PARADA X AÑO
Equipo RX convencional	50	15 Días
Ecógrafo Terason	60	10 Días
Monitor UCI (12 unidades)	12	10 Días

Ventiladores UCI (8 unidades)	8	10 Días
Maquina anestesia	25	5 Días

Dato:

Durante el año los equipos más críticos presentan parada promedio de **50 días**, lo que representan pérdidas anuales para la clinica de **(\$ 65'642.500)**.

10. TALENTO HUMANO

Preservar la vida, es uno de los grandes objetivos de la Clínica de Especialistas La Dorada. Por medio del desarrollo de ésta propuesta, se benefician tanto las personas que trabajan en ella como la comunidad en general, por varios factores que se tendrán en cuenta a continuación:

Realizar oportuna y eficazmente el mantenimiento de los equipos biomédicos, constituye el aseguramiento del buen desempeño de éstos y la confiabilidad de cada una de las lecturas y resultados que brindan al cuerpo médico. Como resultado de esto, se está ofreciendo a la gente, un servicio de alta calidad que garantiza la correcta interpretación de los diferentes exámenes, necesarios para salvar, mantener y preservar la vida. Adicional a esto, con el proyecto se reducen paradas inesperadas de los equipos, que evitan la inactividad total o parcial de éste y por ende, reducen costos a mediano plazo, ampliando la disponibilidad de atención a cada uno de los usuarios, lo cual genera mejor atención, calidad y servicio.

Con el desarrollo de ésta propuesta, también se elimina la incertidumbre sobre cuándo se producirán fallas, que en los equipos de alta criticidad, es necesario tener presente en todo momento. Una falla en un equipo biomédico en un momento inesperado puede producir hasta la pérdida de vidas o visto desde otro punto, evitar la falla de un equipo biomédico puede salvar una vida.

Se consolida la información para mantener en estricto orden el historial de fallas en máquinas, limpiezas, paradas y cambios de repuestos evitando paradas inoportunas e incrementando la disponibilidad de ofrecer el servicio de más exámenes para la comunidad en general. Esto se traduce en mejorar la atención y calidad del servicio y reducir costos en repuestos y arreglos de la maquinaria.

Con el desarrollo de éste proyecto se benefician todas las personas que hacen parte directa o indirecta de la clínica. Directamente, el personal garantiza la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, manteniendo una planeación organizada. Esto conlleva a cumplir con las normas de seguridad de la organización mundial de la salud, el RETIE y demás reglamentos que deben asegurarse técnicamente, para cumplir con los estándares de calidad internos.

Se maximiza el beneficio global evitando riesgos laborales. Se garantiza el cumplimiento de los equipos en situaciones de emergencia con lo cual se beneficia a la comunidad que es atendida en la institución. Se reducen los costos por fallos y daños y se amplía la vida útil de los equipos médicos. Se eliminan resultados erróneos protegiendo la vida del paciente especialmente en situaciones de alto riesgo. Todo esto beneficia a muchas personas y entrega un valor grande de talento humano.

11. CONCLUSIONES

- Cuando se realiza adecuadamente el mantenimiento de cada uno de los equipos biomédicos, se incrementa la calidad en su funcionamiento y se disminuye el riesgo de que entren en fallo, evitando poner en riesgo la vida de los pacientes que dependen de ellos.
- Si se cuenta con un adecuado plan de recursos financieros, humanos y físicos, el programa de mantenimiento que se efectúe va a ser exitoso.
- Asignar adecuadamente los recursos es fundamental en el plan de mantenimiento, para asegurar que se pueda llevar a cabo el programa de una manera integral.
- Establecer un plan de calibración y verificación adecuado de los equipos biomédicos es una gran responsabilidad que se debe asumir y realizar con gran precisión, porque de ello depende el estado de salud de muchas personas y muchas vidas humanas.
- El registro de la información del mantenimiento siempre debe hacerse de una manera clara y honesta porque de esto dependen en gran medida muchas de las decisiones tomadas en éste campo.

12. RECOMENDACIONES

- Las bitácoras del mantenimiento deben ser diligenciadas a diario y de una manera responsable, teniendo en cuenta que éstas reflejan el funcionamiento real de cada equipo.
- Un mes antes de la fecha establecida para la inspección y el mantenimiento preventivo, se deben identificar los equipos en los que se realizará el trabajo.
- En este periodo se encargan y ponen a disposición los repuestos necesarios para el mantenimiento preventivo.
- Se asignarán las tareas de inspección y mantenimiento preventivo a los determinados técnicos biomédicos.
- El mantenimiento se realizará conforme al procedimiento establecido .
- Los procedimientos se llevarán a cabo según las recomendaciones del fabricante el nivel de operación del equipo y las necesidades del servicio en el cual se encuentra ubicado el equipo.
- Se sugiere la utilización del software de mantenimiento MP8, ya que son muchos los beneficios que pueden obtenerse por la implementación, permite mejorar el control de los equipos biomédicos, seguimiento de trabajos de mantenimiento, reducción en el número de trabajos de mantenimiento correctivo, reducción de costos de mantenimiento, mejorar el sistema de almacén para tener un stock de repuestos, mantener actualizado los datos del personal técnico, así como la asignación de tareas, facilitar la obtención de los costos de mantenimiento, además de tener almacenado toda la información y reportes históricos de los equipos.

13. REFERENCIAS (BIBLIOGRAFIA)

- OMS, introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos, serie de documentos de la OMS sobre dispositivos médicos. ISBN: 9789243501536.
- CASTRILLON GALLEGO Luis Fernando. Introducción al Mantenimiento Biomédico, Ediciones ITM. ISBN: 9589782388,9789589782385.
- SOLS Alberto (2000). Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad: Un enfoque sistemático, Editor Universidad Pontifica Comillas. ISBN: 8489708932,9788489708938.
- COLCIENCIAS, el mantenimiento en Colombia, fondo nacional hospitalario
- DECRETO 4725 de 2005, dispositivos médicos. Ministerio de la protección social.
- IEC. International electrotechnical commission. Norma 60601-1. Medical electrical equipment part 1: General, requirements for basic safety and essential.
- INVIMA. Programa nacional de tecnovigilancia, 2002.
- INVIMA. Componente incluido en el factor clínico de la variable técnica del equipamiento biomédico.

- NFPA, national fire protection association NFPA99. Normas de seguridad eléctrica, los riesgos de seguridad eléctrica.
- Resolución 5039 de 1994. Clasificación de los equipos biomédicos según su utilización.
- CASAS, Trujillo Mario y Madroñero Rubén Darío. Diseño de un Plan de Mantenimiento adecuado para los equipos del Centro de Diagnóstico Automotor SERVICOCHES CDA. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogota D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2011.
- SÁNCHEZ, Sergio Luis. Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo adecuado para los Equipos De Extrusión en la Empresa Plásticos MÓNACO SAS. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2011.
- GÓMEZ, Laura Andrea. Diseño de un Plan De Mantenimiento Adecuado utilizando El Modelo TPM Para La Empresa CONTROL DE SÓLIDOS LTDA. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2011.
- VELASCO, Syndi Milena. Diseño del Área de Mantenimiento para la compañía Be-On Global Solutions. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2012.
- CORTÉS, Jair. Propuesta de Aplicación de la Metodología PMO (Optimización del Mantenimiento Planeado) en el Plan de Mantenimiento de los Vehículos de la Empresa Transmasivo S.A". Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2011.

- ROMAÑA, Carlos y Fernández, José. Optimización del Programa de Mantenimiento Preventivo Eléctrico De La Empresa Fabrica De Telas Lafayette. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2012.
- FORIGUA, Pedro Enrique. Propuesta del Plan de Mantenimiento de los Compresores Kaeser m57 pertenecientes a la Flota de Alquiler de la Empresa Grúas y Equipos S A. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2012.
- GARCÍA, Gabriel y Forero, Rubén Darío. Diseño de un Plan De Mantenimiento Preventivo para Maquinas de Corte de Mármol. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2012.
- PINEDA, Nelson Albeiro y Martín, Oscar Hernán. Mejora de la Logística Interna de Materiales para Incrementar la Eficiencia de los Procesos del Sistema de Producción de Campanas Extractoras en la Empresa CHALLENGER S.A. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2011.
- NAVAS, Rafael Antonio y de la Cruz, Pedro Ignacio. PINEDA, Nelson Albeiro y Martín, Oscar Hernán. Mejora de la Logística Interna de Materiales para Incrementar la Eficiencia de los Procesos del Sistema de Producción de Campanas Extractoras en la Empresa CHALLENGER S.A. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2011.
- RADA, Alexander. NAVAS, Plan de Mantenimiento Monitoreado Aplicado a la empresa UPSENERGÍA S.A.S. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bogotá D.C. ECCI. Facultad de Ingeniería, 2012.
- DE LA CRUZ, Pedro Ignacio y Del Risco, Rafael Antonio. Metodología para decidir La Implementación de un Programa De Mantenimiento Productivo Total (TPM). Trabajo

de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga. UIS. Facultad de Ingeniería, 2002.

- CABRERA, Adriana Marcela. La Gerencia de Mantenimiento como Servicio Empresarial. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga. UIS. Facultad de Ingeniería, 2002.
- CASTILLO, Hernán Arturo. Herramientas para el Mejoramiento del Proceso de Inspección del Equipo Estático de la Planta de Crudos de la Gerencia Refinería de Cartagena. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga. UIS. Facultad de Ingeniería, 2002.
- BLANCO, Francisco de Jesús. Programa de Mantenimiento Preventivo para Maquinaria Diesel. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga. UIS. Facultad de Ingeniería, 2002.
- PERALTA, Jairo, Estrada Álvaro. de Jesús. modelo de gestión de Mantenimiento Predictivo o Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga. UIS. Facultad de Ingeniería, 2001.
- HIMIOB, Guillermo y La Riva, José. BLANCO, Francisco de Jesús. Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Efectivo para un Laboratorio Farmacéutico en Venezuela. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Venezuela. Universidad Nueva Esparta. Facultad de Ingeniería, 2012.
- ERAZO, Germán y Cofre, William Ramiro. HIMIOB, Guillermo y La Riva, José. Elaboración del plan de Mantenimiento Programado para el parque automotor de la Sección de transportes de la ESPE extensión Latacunga. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Ecuador. Universidad Politécnica. Facultad de Ingeniería, 2012.

- GONZÁLEZ, Ramón. Mejoras al Mantenimiento de Equipos Médicos que emplean Radiaciones Gamma. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Cuba. Universidad del Oriente. Facultad de Ingeniería, 2005.
- PÉREZ, Henry Ángel. Elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo y Predictivo del caldero en la fábrica Lavanderías Nacionales. Trabajo de grado. Gerencia de Mantenimiento. Cuba. Universidad del Oriente. Facultad de Ingeniería, 2003.

Anexo 1
Nivel gestión del equipo biomédico

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	UBICACION	CLASE	FUNCION DEL EQUIPO	RIESGO USO	MTTO REQUERIDO	PUNTUACION
CAMA ELECTRICA	HILL ROOM	CENTURY CC	NO REGISTRA	URGENCIAS	II a	9	4	3	16
OXIMETRO	EDAN	H100B	316036- M12101040178	URGENCIAS	II a	6	3	5	14
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	CE0297	100512210333,00	URGENCIAS	II a	6	3	5	14
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	BASE RODANTE	90915192451	URGENCIAS	II a	6	3	5	14
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	PARED	100730073725,00	URGENCIAS	II a	6	3	5	14
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	1	URGENCIAS	I	6	1	1	8
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	2	URGENCIAS	I	6	1	1	8
ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN	SE-1	SE132310B127742	URGENCIAS	II b	6	3	5	14
MONITOR DE SIGNOS	EDAN	M3	M3303113508SVQ	URGENCIAS	II b	7	3	5	15
MONITOR DE SIGNOS	MINDRAY	MEC 1200	79101385	URGENCIAS	II b	7	3	5	15
MONITOR DE SIGNOS	NELLCOR	N5500	PA200031000102	URGENCIAS	II b	7	3	5	15
BASCULA	DETECTO	RGTA-20	CONSULTORIO 1	URGENCIAS	I	6	4	2	12
BASCULA	DETECTO	RGTA-20	CONSULTORIO 2	URGENCIAS	I	6	4	2	12
PESA BEBES	DETECTO	OSCILANTE	CONSULTORIO 1	URGENCIAS	I	6	4	2	12
REGULADOR DE O2	AIR METAN	118574	M1R0501	URGENCIAS	II a	2	2	2	6
EQUIPO DE ORGANOS	WELCH ALLYN	76710	PEQUEÑA CX	URGENCIAS	II a	6	1	5	12
EQUIPO DE ORGANOS	WELCH ALLYN	74710	CONSULTORIO 1	URGENCIAS	II a	6	1	5	12
EQUIPO DE ORGANOS	WELCH ALLYN	PARED	CONSULTORIO 2	URGENCIAS	II a	6	1	5	12

BOMBA DE INFUSION	SK	SK-600I	11030160	URGENCIAS	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK	SK-600I	11030209	URGENCIAS	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	MEDIFUSION	MP-1000	MP1AII436	URGENCIAS	III	9	5	4	18
DESFIBRILADOR	CU MEDICAL	CU-R5	551360034	URGENCIAS	III	9	5	4	18
LAMPARA CUELLO CISNE	WELCH ALLYN	BASE RODANTE	PEQUEÑA CX	URGENCIAS	I	2	1	2	5
LAMPARA CUELLO CISNE	CAM	FIJA	CONSULTORIO 2	URGENCIAS	I	2	1	2	5
VENTILADOR	SIARE	SIRIO PLUS	PL-0025CH	URGENCIAS	III	10	5	5	20
SIERRA CORTA YESOS	STRYKER	840	901209	URGENCIAS	II a	2	4	3	9
NEGATOSCOPIO	NO REGISTRA	1 CUERPO	CONSULTORIO 1	URGENCIAS	I	2	1	2	5
NEGATOSCOPIO	NO REGISTRA	1 CUERPO	CONSULTORIO 2	URGENCIAS	I	2	1	2	5
LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	FIBRA OPTICA	PEQUEÑA CX	URGENCIAS	II a	9	4	3	16
LARINGOSCOPIO	RIESTER	ADULTO	PEQUEÑA CX	URGENCIAS	II a	9	4	3	16
LAMPARA BANCO DE SANGRE	BIO	BIO	BIO100205	LABORATORIO	I	4	1	2	7
LAMPARA RH	BIO	BIO	BIO100204	LABORATORIO	I	4	1	1	6
ANALIZADOR DE PRUEBAS	BODITECH	CHROMA READER	PFR111232691	LABORATORIO	II a	5	3	4	12
EQUIPO DE GASES	BAYER	RAPILAB 348	5260	LABORATORIO	II a	5	3	4	12
EQUIPO DE ELECTROLITOS	DIAMOND DIAGNOSTI C	SMARLITE	10L01141	LABORATORIO	II a	5	3	4	12
EQUIPO DE QUIMICA	MINDRAY	BS 120	WK-12101685	LABORATORIO	II a	5	3	4	12
EQUIPO DE	MINDRAY	BC-5800	RW-OB000655	LABORATORIO	II a	5	3	4	12

HEMATOLOGIA									
LECTOR DE PRUEBAS	EASY READER	36100	10073881C1	LABORATORIO	II a	4	2	3	11
EQUIPO DE QUIMICA	BYOSYSTEMS	BTS 330	8013341221	LABORATORIO	II a	5	3	4	12
EQUIPO DE QUIMICA	HUMAN	HUMALIZER	3500-2112	LABORATORIO	II a	5	3	4	12
SEROFUGA	HECHIZA	NO REGISTRA	NO REGISTRA	LABORATORIO	II a	5	2	3	10
MICROCENTRIFUGA	INDULAB	CT1	3725	LABORATORIO	II a	5	2	3	10
BAÑO SEROLOGICO	INDULAB	009B	6271	LABORATORIO	II a	4	1	3	8
AUTOCLAVE	ALL AMERICAN	25XI	15880	LABORATORIO	II b	4	4	5	13
HUMACLOT JUNIOR	HUMAN	HC1687	HC1687	LABORATORIO	II a	5	3	3	11
PIPETA	HUMAN	19130	10D3991	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19120	10D5645	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	BRAND	TRANSFERPETTE	06A4004	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19130	07D1384	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19150	08D6366	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19140	10D5476	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19110	06D9735	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19120	10D5640	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19110	04C3630	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	HUMAN	19150	08D6367	LABORATORIO	I	4	1	2	7
PIPETA	BRAND	TRANSFERPETTE	704172	LABORATORIO	I	4	1	2	7
HORNO	HACEB	HE-60	389472047	LABORATORIO	I	4	2	2	8
TERMOMETRO NEVERA	FRIDGE FREEZER	THERMOMETER	NO REGISTRA	LABORATORIO	I	4	1	2	7
TERMOMETRO NEVERA	FRIDGE FREEZER	THERMOMETER	NO REGISTRA	LABORATORIO	I	4	1	2	7

MESA DE CIRUGIA	NOVEL	330T	NO REGISTRA	CIRUGIA	II a	9	4	3	16
LAMPARA CIRUGIA	WELCH ALLYN	GS900	110111	CIRUGIA	II a	9	4	2	15
DESFIBRILADOR	CU MEDICA	CU-ER5	S5I51F022	CIRUGIA	III	9	5	4	18
MAQUINA DE ANESTESIA	DRAGER	FABIUS PLUS	ASAM-0056	CIRUGIA	III	9	5	5	19
VAPORIZADOR	OHMEDA	TEC 5	BDEBD5220	CIRUGIA	II b	7	3	1	11
VAPORIZADOR	PENLON	SIGMADELTA	DO3070404	CIRUGIA	II b	7	3	1	11
TORNIQUETE	RIESTER	NO REGISTRA	81260663	CIRUGIA	II a	9	4	3	16
SUCCIONADOR	THOMAS	1615	9060001020	CIRUGIA	II b	9	4	3	16
SUCCIONADOR	SMAFF	YX960D	I58146	CIRUGIA	II b	9	4	3	16
SUCCIONADOR	THOMAS	1615	9060001020	CIRUGIA	II b	9	4	3	16
ELECTROBISTURI	ZERONE	ZEUS-400	Z40A0912057	CIRUGIA	III	9	4	4	17
ELECTROBISTURI	BARD SYSTEM	4400	27108025	CIRUGIA	III	9	4	4	17
ELECTROBISTURI	VALLEYLAB	FORCE FX-C	FGK50479	CIRUGIA	III	9	4	4	17
MONITOR DE SIGNOS	EDAN	M3	M33031133518SVQ	CIRUGIA	II b	7	3	5	15
MONITOR DE SIGNOS	EDAN	M3	M33031133505SVQ	CIRUGIA	II b	7	3	5	15
MONITOR DE SIGNOS	NELCOR	N-5600	23307030260	CIRUGIA	II b	7	3	5	15
MESA DE CIRUGIA	AMSCO	2080	R4290295062	CIRUGIA	II a	9	4	3	16
TALADRO	TALLON	8211	1097	CIRUGIA	I	2	4	2	8
TALADRO NEUMATICO	MAGNA FORCE	1508	NO REGISTRA	CIRUGIA	II b	9	4	2	15
SIERRA OSCILANTE NEUMATICA	MAGNA FORCE	407	NO REGISTRA	CIRUGIA	II b	9	4	2	15
LAMPARA DE CIRUGIA	AMSCO	180 MINOR	419183016	CIRUGIA	II a	9	4	2	15
LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	69043	NO REGISTRA	CIRUGIA	II b	9	4	3	16
LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	60300	NO REGISTRA	CIRUGIA	II b	9	4	3	16

LARINGOSCOPIO	RUSCH	NO REGISTRA	NO REGISTRA	CIRUGIA	II b	9	4	3	16
NEGATOSCOPIO	SIMONT	1 CUERPO	NO REGISTRA	CIRUGIA	I	2	1	2	5
CAPNOGRAFO	OHMEDA	RGM 5250	FARVO1272	CIRUGIA	II b	9	3	5	17
EQUIPO DE RX	POSKOM	PXP-40HF	PTH40-1003-001	UCI	II b	7	3	4	14
EQUIPO DE RX	BENNETT	HFQ 300	NO REGISTRA	SALA RX	II b	7	3	4	14
EQUIPO DE RX	TOSHIBA	KCD-10M-6	T20842922	PASILLOS	II b	7	3	4	14
PROCESADORA RX	AFP	MM90	28940	SALA RX	II a	2	2	5	9
EQUIPO DE RX	FIAD	EXPLOR-X	200149	SALA RX	II a	2	1	1	4
OXIMETRO PORTATIL	EDAN	H100B	316036- M12101040140	HOSPITALIZACION	II a	6	3	5	14
ELECTROCARDIOGRAFO	EDAN	SE-1	SE1323111135372	HOSPITALIZACION	II b	6	3	5	14
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	CE0297	100512154701	HOSPITALIZACION	II a	6	3	5	14
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	1	HOSPITALIZACION	II a	6	1	1	8
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	2	HOSPITALIZACION	II a	6	1	1	8
PESA PERSONAS	DETECTO	D-1130K	J1009879999	HOSPITALIZACION	I	6	4	2	12
DEFIBRILADOR	CU MEDICAL	CU-ER5	S5136D047	HOSPITALIZACION	III	9	5	4	18
MONITOR DE SIGNOS	EDAN	M3	M33031133513SVQ	HOSPITALIZACION	II b	7	3	5	15
CAMA ELECTRICA	SIGMA CARE	B630	709100002	HOSPITALIZACION	II a	9	4	3	16
CAMA ELECTRICA	NEWIN	HOSPITALIZACION	NO REGISTRA	HOSPITALIZACION	II a	9	4	3	16
CAMA ELECTRICA	NEWIN	HOSPITALIZACION	2	HOSPITALIZACION	II a	9	4	3	16
CAMA ELECTRICA	NEWIN	HOSPITALIZACION	3	HOSPITALIZACION	II a	9	4	3	16
LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	69043	NO REGISTRA	UCI	II b	9	4	3	16
DEFIBRILADOR	NIHON KODEN	TEC5531F	346	UCI	III	9	5	4	18
ELECTROCARDIOGRAFO	SCHILLER	AT1	19053102	UCI	II b	6	3	5	14
EQUIPO DE ORGANOS	WELCH ALLYN	1990	NO REGISTRA	UCI	II a	6	1	5	12

MARCAPASO	OSYPKA	PASE101H	NO REGISTRA	UCI	II b	7	3	1	11
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010283	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010292	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010294	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010297	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010271	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010285	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010236	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030344	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030226	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030308	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030353	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030251	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030319	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030343	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030302	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030355	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030323	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11030277	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	600I	11010252	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0055-0315	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	98283127	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0022-0014	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0058-5911	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0054-3298	UCI	III	9	5	4	18

BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0054-3181	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	512373	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	548411	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0055-4122	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0059-7001	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0054-3301	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0023-0015	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	122122539	UCI	III	9	5	4	18
BOMBA DE INFUSION	HOSPIRA	MICRO MACRO	0024-0016	UCI	III	9	5	4	18
FLUJOMETRO	WESTERN	DOBLE	4600280- 0800130/M600280- 0900131	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	WESTERN	DOBLE	M600280- 0800125/M6002800 145	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V209	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V210	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V211	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V215	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V212	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V213	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	CONCOA	DOBLE	V226/V227	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V208	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V218	UCI	II a	2	3	3	8
FLUJOMETRO	TIMETER	307	V214	UCI	II a	2	3	3	8

TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0352	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-C-5	A-0330	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-C-5	A-0331	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0327	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0324	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0329	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0326	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0325	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-C-5	A-0328	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0354	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0351	UCI	II a	7	3	1	11
TORRE DE SERVICIO	AGA	PH-B-1	A-0353	UCI	II a	7	3	1	11
CAMA	NEWIN	UCI	UCI219L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI189L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI168L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI164L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI141L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI133L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI101L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI082L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI049L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI034L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI022L	UCI	II a	9	4	3	16
CAMA	NEWIN	UCI	UCI008L	UCI	II a	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	1	UCI	II b	9	4	3	16

VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	2	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	3	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	4	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	5	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	6	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	7	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	8	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	9	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	10	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	11	UCI	II b	9	4	3	16
VACUM	CHEMETRON	NO REGISTRA	12	UCI	II b	9	4	3	16
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	840	3510072590	UCI	III	10	5	5	20
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	760	3501070348	UCI	III	10	5	5	20
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	760	350160181	UCI	III	10	5	5	20
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	760	3501070032	UCI	III	10	5	5	20
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	760	3510070033	UCI	III	10	5	5	20
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	760	3501070349	UCI	III	10	5	5	20
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	760	3501070031	UCI	III	10	5	5	20

VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	760	3501060183	UCI	III	10	5	5	20
VENTILADOR MECANICO	PURITAN BENNETT	740	3501970256	UCI	III	10	5	5	20
MONITOR MULTIPARAMETRO	EDAN	M8B	M8B3031OB8232LD	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507702	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507703	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507706	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507698	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507698	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507700	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507704	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507701	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR MULTIPARAMETRO	PHILLIPS	863066	US63507699	UCI	II b	7	3	5	15
MONITOR	MINDRAY	PM9000	W782101035	UCI	II b	7	3	5	15

MULTIPARAMETRO									
MONITOR MULTIPARAMETRO	MINDRAY	PM9000	W7B101594	UCI	II b	7	3	5	15
PRINTER	SONY	UP897MD	227088-D	GINECOLOGIA	I	2	1	2	5
ECOGRAFO	MINDRAY	DP3300	BN1A103413	GINECOLOGIA	II a	6	4	2	12
ECOGRAFO	SIUI	CTS485	36631061041	GINECOLOGIA	II a	6	4	2	12
OXIMETO PORTATIL	EDAN	H100B	316036- M12101040136	GINECOLOGIA	II a	6	3	5	14
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	CE0297	100512204724,00	GINECOLOGIA	II a	6	3	5	14
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	1	GINECOLOGIA	I	6	1	1	8
DEFIBRILADOR	CU MEDICAL	CU-ER5	S5I51F022	GINECOLOGIA	III	9	5	4	18
MONITOR DE SIGNOS	NELCOR	N-5600	23307030246	GINECOLOGIA	II b	7	3	5	15
BASCULA	DETECTO	NO REGISTRA	RGTA-20	GINECOLOGIA	I	6	4	2	12
LARINGOSCOPIO	WELCH ALLYN	FIBRA OPTICA	69043	GINECOLOGIA	II b	9	4	3	16
BOMBA DE INFUSION	SK MEDICAL	SK600I	11030218	GINECOLOGIA	III	9	5	4	18
PESA BEBES	DETECTO	451	NO REGISTRA	GINECOLOGIA	I	6	4	2	12
MONITOR FETAL	EDAN	CADENCE	CADA3030842517B	GINECOLOGIA	II a	6	3	5	14
INCUBADORA	DAVID MEDICAL	YP-90A1	3070513	GINECOLOGIA	II b	8	3	3	14
LAMPARA DE FOTOTERAPIA	DAVID MEDICAL	XHZ-90	42080501072	GINECOLOGIA	II a	8	3	3	14
LAMPARA CUELLO CISNE	WELCH ALLYN	IS135	NO REGISTRA	GINECOLOGIA	I	2	1	2	5
LAMPARA CUELLO CISNE	WELCH ALLYN	IS135	NO REGISTRA	GINECOLOGIA	I	2	1	2	5

MESA DE PARTOS	CI	NO REGISTRA	NO REGISTRA	GINECOLOGIA	II a	9	4	3	16
INCUBADORA ABIERTA	OHIO INC	NO REGISTRA	NO REGISTRA	GINECOLOGIA	II b	8	3	3	14
REGULADOR DE O2	AIR IMETAN	M1RO501	118572	GINECOLOGIA	II a	2	2	2	6
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	DURA SHOCK	11004062302	PROCEDIMIENTOS	II a	6	3	5	14
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	2	PROCEDIMIENTOS	I	6	1	1	8
ELECTROCARDIOGRAFO	PULSE BIOMEDICA L	QRSCARDUSB	0811AU3000E	PROCEDIMIENTOS	II b	6	3	5	14
EQUIPO DE RADIOFRECUENCIA	PREMIER	2001E	PR2610001	PROCEDIMIENTOS	III	9	4	4	17
COLPOSCOPIO	LEISEGANG	NO REGISTRA	20111	PROCEDIMIENTOS	II a	6	4	2	12
CISTOSCOPIO	KARL STORZ	NO REGISTRA	SF08218	PROCEDIMIENTOS	II b	9	4	3	16
MONITOR DE SIGNOS	EDAN	M3	M33031133505SVQ	ENDOSCOPIAS	II b	7	3	5	15
REGULADOR DE OXIGENO	AIR METAN	NO REGISTRA	116697	ENDOSCOPIAS	II a	2	2	2	6
PROCESADOR IMAGEN	OLYMPUS	CLE-145	7710426	ENDOSCOPIAS	II a	6	2	4	12
FUENTE DE LUZ	OLYMPUS	CLV-145	7714426	ENDOSCOPIAS	II a	6	2	5	13
MONITOR	OLYMPUS	FOV-143	A011963	ENDOSCOPIAS	II a	6	2	2	10
VIDEOENDOSCOPIO	OLYMPUS	GIF-V	24338825	ENDOSCOPIAS	II b	6	4	3	13
VIDEOCOLONOSCOPIO	OLYMPUS	CF-V	2412250	ENDOSCOPIAS	II b	6	4	3	13
GABINETE	NO REGISTRA	NO REGISTRA	NO REGISTRA	ENDOSCOPIAS	I	2	1	1	4
FUENTE DE LUZ	OLYMPUS	CLK-4	7657810	ENDOSCOPIAS	II a	6	2	5	13
FIBROGASTROSCOPIO	OLYMPUS	GIF-E3	2601419	ENDOSCOPIAS	II b	6	4	3	13
AUTOCLAVE	AMSCO	CONSOLIDATED	NO REGISTRA	CENTRAL ESTERILIZACION	II b	9	4	5	18

AUTOCLAVE	EASTERN	E620	6240E	CENTRAL ESTERILIZACION	II b	9	4	5	18
SELLADORA ELECTRICA	HAWO	HD260 MS-8	992546/1102	CENTRAL ESTERILIZACION	I	2	2	2	6
INCUBADOR BIOMONITORES	BROENE	1400	717011028	CENTRAL ESTERILIZACION	I	2	2	2	6
ECOGRAFO	TERASON	T3000V	00045-135-790-441	ECOGRAFIAS	II a	6	4	2	12
PRINTER	SONY	UP-897	137866	ECOGRAFIAS	I	2	1	2	5
LAMPARA CUELLO CISNES	NO REGISTRA	NO REGISTRA	NO REGISTRA	ECOGRAFIAS	I	2	1	2	5
NEGATOSCOPIO	NO REGISTRA	NO REGISTRA	NO REGISTRA	ECOGRAFIAS	I	2	1	2	5
ESPIROMETRO	MIR	SPIROBANK G	A23-048-03890	TERAPIA RESPIRATORIA	I	6	3	2	11
NEBULIZADOR	THOMAS	115	49700000707	TERAPIA RESPIRATORIA	I	2	3	3	8
NEBULIZADOR	DEVILLBIS	1	5650D	TERAPIA RESPIRATORIA	I	2	3	3	8
MOTONEBULIZADOR	SILEAB	NO REGISTRA	2	TERAPIA RESPIRATORIA	I	2	3	3	8
SUCCIONADOR	THOMAS	1210	110300002192,00	TERAPIA RESPIRATORIA	II b	9	4	3	16
BICICLETA ELIPTICA	GRAND	GD78	NO REGISTRA	FISIOTERAPIA	I	2	4	2	8
BICICLETA ESTATICA	JET STREAM	JCM4905	NO REGISTRA	FISIOTERAPIA	I	2	4	2	8
ELECTROESTIMULADOR	MEDCIR	MT10	C1516	FISIOTERAPIA	II a	8	4	4	16
CALENTADOR DE	HYGENIC	PARABATH	NO REGISTRA	FISIOTERAPIA	I	2	4	3	9

PARAFINA									
PESA PERSONAS	DETECTO	RGTA-20	NO REGISTRA	CONSULTORIO 106	I	6	4	2	12
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	767010	100512214100,00	CONSULTORIO 106	II a	6	3	5	14
LAMPARA CUELLO CISNE	WELCH ALLYN	LS135	NO REGISTRA	CONSULTORIO 106	I	2	1	2	5
NEGATOSCOPIO	NO REGISTRA	1 CUERPO	NO REGISTRA	CONSULTORIO 103	I	2	1	2	5
PESA PERSONAS	NO REGISTRA	AZUL	NO REGISTRA	CONSULTORIO 103	I	6	4	2	12
PESA PERSONAS	DETECTO	D-1130K	J1009881345	CONSULTORIO 114	I	6	4	2	12
NEGATOSCOPIO	NO REGISTRA	2 CUERPOS	NO REGISTRA	CONSULTORIO 109	I	2	1	2	5
BASCULA	DETECTO	RGTA-20	NO REGISTRA	CONSULTORIO C. PLASTICA	I	6	4	2	12
PESA PERSONAS	DETECTO	D-1130K	J1009881394	CONSULTORIO 202	I	6	4	2	12
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	1	CONSULTORIO 202	I	6	1	1	8
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	DURA SHOCK	110930145014,00	CONSULTORIO 202	II a	6	3	5	14
BASCULA	DETECTO	RGTA-20	NO REGISTRA	CONSULTORIO 203	I	6	4	2	12
LAMPARA CUELLO CISNE	NO REGISTRA	NO REGISTRA	NO REGISTRA	CONSULTORIO 203	I	2	1	2	5
PESA BEBES	DETECTO	BARRA OSCILANTE	NO REGISTRA	CONSULTORIO 203	I	6	4	2	12
TENSIOMETRO	WELCH ALLYN	DURA SHOCK	111005175541,00	CONSULTORIO 203	II a	6	3	5	14
FONENDOSCOPIO	WELCH ALLYN	ADULTO	3	CONSULTORIO 203	I	6	1	1	8
MONITOR DE SIGNOS	DATASCOPE	PASSPORT 2	6319B03	AMBULANCIA TAM	II b	7	3	5	15
SUCCIONADOR	THOMAS	1615	12110005517	AMBULANCIA TAM	II b	9	4	3	16
EQUIPO DE ORGANOS	WELCH ALLYN	POCKET JUNIOR	13010	AMBULANCIA TAM	II a	6	1	5	12
DEA	CARDIAC	9300A-505	4369984	AMBULANCIA TAM	III	9	5	4	18

	SCIENCE								
TENSIOMETRO	ALPK2	PEDIATRICO	432445	AMBULANCIA TAB	II a	6	3	5	14
TENSIOMETRO	ALPK2	ADULTO	510265	AMBULANCIA TAB	II a	6	3	5	14
FONENDOSCOPIO	RIESTER	ADULTO	NO RGISTRA	AMBULANCIA TAB	I	6	1	1	8
FONENDOSCOPIO	ALPK2	PEDIATRICO	NO RGISTRA	AMBULANCIA TAB	I	6	1	1	8
SUCCIONADOR	THOMAS	MEDI PUMP	2080002000323,00	AMBULANCIA TAB	II b	9	4	3	16

Anexo 2

Agrupación de equipos biomédicos según su tipo

CANTIDAD	EQUIPO	FRECUENCIA DE MTTO.
5	DESFIBRILADOR	S
1	VENTILADOR TRANSPORTE	C
6	SUCCIONADOR	S
3	ELECTROBISTURI	S
12	VACUM	S
9	VENTILADOR	C
1	INCUBADORA	A
1	INCUBADORA ABIERTA	A
1	DEA	S
1	EQUIPO DE RADIOFRECUENCIA	S
22	MONITOR DE SIGNOS/MULTIPARAMETRO	S
37	BOMBA DE INFUSION	S
2	OXIMETRO PORTATIL	S
3	AUTOCLAVE	S
1	MAQUINA DE ANESTESIA	C
3	EQUIPO DE RX	S
1	MONITOR FETAL	S
1	CISTOSCOPIO	S
3	ECOGRAFO	A
12	TENSIOMETRO	S
17	CAMAS ELECTRICAS	S
4	ELECTROCARDIOGRAFO	S
1	MESA DE PARTOS	S
2	LAMPARA CX	S
2	MESA CX	S
1	CAPNOGRAFO	S
6	EQUIPOS ENDOSCOPIAS	S
13	PESA PERSONAS / BEBES	A
5	EQUIPO DE ORGANOS	S
7	LARINGOSCOPIO	S
1	TORNIQUETE	S
2	TALADRO/SIERRA	S
1	LAMPARA FOTOTERAPIA	A
1	COLPOSCOPIO	A
1	ELECTROESTIMULADOR	S
1	ANALIZADOR DE PRUEBAS	S
1	EQUIPO DE GASES	S
1	EQUIPO DE ELECTROLITOS	S
3	EQUIPO DE QUIMICA	S
1	EQUIPO DE HEMATOLOGIA	S

Cronograma de mantenimiento preventivo

equipo	enero				Febrero				marzo				abril				mayo				junio				julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Lampara cx																																																				
Mesa cx																																																				
Capnografo																																																				
Equipos endoscopias																																																				
Pesas																																																				
Eq. órganos																																																				
Laringoscopio																																																				
Torniquete																																																				
Taladro																																																				
Lampara fototerapia																																																				
Colposcopio																																																				
Electroest.																																																				
Analizador de pruebas																																																				
Equipo de gases																																																				
Equipo de electrolitos																																																				
Equipo de química																																																				
Equipo de hematología																																																				

Anexo 4. Procedimiento de mantenimiento

Unidad de anestesia (equipo de gases anestésicos)

Nivel de riesgo: Muy alto

Puntuación de riesgo: 5

Procedimiento

1. Inspeccione el exterior del equipo para detectar roturas o piezas faltantes.
2. Inspeccione el cable de alimentación, los protectores y enchufe/s para verificar que no están dañados.
3. Apague la unidad, abra la cubierta accesible al usuario y compruebe que no hay señales de daño.
4. Limpie los componentes internos y externos con un aspirador o con aire comprimido.
5. Inspeccione el interior para detectar signos de corrosión o piezas faltantes. Repare según necesidad.
6. Inspeccione los componentes eléctricos para buscar señales de calentamiento excesivo o deterioro.
7. Inspeccione el estado de todos los tubos, reemplácelos si es necesario.
8. Inspeccione todos los cables para ver si están excesivamente desgastados.
9. Inspeccione las válvulas de flujo inspiratorio y espiratorio.
10. Inspeccione los circuitos externos comprobando que no haya fugas.
11. Verifique si los sistemas colectores de gas funcionan correctamente.
12. Compruebe que el vaporizador está correctamente calibrado.
13. Compruebe que el ventilador funciona adecuadamente (tasa, volumen, flujo)
14. Verifique que todos los botones, controles, monitores y/o indicadores funcionan correctamente.
15. Compruebe el buen funcionamiento de la unidad en todas las modalidades.
16. Limpie el exterior de la unidad, incluidos los accesorios, cables, controles y monitores.

Anexo 5. Formulario de inspección

Formulario de inspección			
Ventilador de volumen			
Fecha:	inspeccionado por:	ubicación:	
Tipo de dispositivo:		Fabricante:	
N° de control:	Modelo:	Serie:	

Articulo	Estado	Falla	Tarea cualitativa
1.1			Chasis/carcaza
1.2			Herraje de fijación
1.3			Ruedas/frenos
1.4			Cable de alimentación
1.5			Protector
1.6			Disyuntor/fusible
1.7			Tubos/mangueras
1.8			Cables
1.9			Conectores
1.10			Transductores
1.11			Filtros
1.12			Controles
1.13			Calentador/humidificador
1.14			Motor/bomba/ventilador
1.15			Batería/cargador
1.16			Indicadores/visores
1.17			Calibración/autotest
1.18			Alarmas/bloqueos
1.19			Señales audibles
1.20			Etiquetas
1.21			Accesorios

articulo	Estado	falla	Tarea cualitativa
3.1			Válvula de seguridad
3.2			Sensibilidad
3.3			Alarma apnea
3.4			Alarma baja presión O2
3.5			Alarma baja presión insp.
3.6			Alarma volumen minuto
3.7			Alarma PEEP baja
3.8			Alarma CPAP baja
3.9			Alarma alta frecuencia
3.10			Alarma temperatura
3.11			Alarma alto % O2
3.12			Alarma bajo % O2
3.13			Alarma falla de ciclo
3.14			Alarma Vent. Inoperante
3.15			Alarma relación I:E
3.16			Alarma baja presión aire
3.17			
3.18			
3.19			
3.20			
3.21			

2.1			Toma a tierra
2.2			Corriente de fuga máx.
2.3			Prueba de fugas
2.4			Selector de modo
2.5			Modo asistencia/control
2.6			Modo SIMV
2.7			Modo CPAP
2.8			Soporte presión
2.9			Función nebulizador
2.10			Frecuencias(CIMV/SIVM)
2.11			Frecuencias (suspiro)
2.12			Función suspiro

			TAREAS ADICIONALES
4.1			
4.2			Limpieza
4.3			Lubricación
4.4			Calibración
4.5			Calibración reguladores
4.6			Calibración interruptores
4.7			Calibración relé compres.
4.8			Reemplazo filtros O2/aire
4.9			Reemplazo filtros compres.
4.10			Registro piezas utilizadas
4.11			
4.12			

Anexo 6. Plan de mantenimiento existente

CLINICA DE ESPECIALISTAS LA DORADA
NIT: 800.025.467-6

PLAN DE MANTENIMIENTO DE
EQUIPO BIOMEDICO

2013

CONTENIDO

1. Introducción.
2. Objetivo del plan de mantenimiento preventivo del equipo biomédico (pmpeb).
3. Alcance del plan de mantenimiento preventivo del equipo biomédico (pmpeb).
4. Marco conceptual
 - 4.1. Mantenimiento predictivo
 - 4.2. Mantenimiento preventivo
 - 4.3. Mantenimiento correctivo
 - 4.4. Lista de chequeo
 - 4.5. Inspección
 - 4.6. Limpieza
 - 4.7. Lubricación
 - 4.8. Calibración
 - 4.9. Prueba de funcionamiento
 - 4.10. Revisión y monitoreo de equipos
 - 4.11. Hoja de vida equipo biomédico
 - 4.12. Solicitud de servicio
 - 4.13. Reporte de servicio
 - 4.14. Prioridad urgente
 - 4.15. Prioridad normal

5. Clasificación según el riesgo

5.1. Criterios de clasificación

5.2. Clase I

5.3. Clase II a

5.4. Clase II b

5.5. Clase III

6. Generalidades

7. Líneas de acción

8. Inventario equipo biomédico

9. Cronograma mantenimiento preventivo

10. Hoja de vida equipos biomédicos

1. INTRODUCCION

El plan de mantenimiento preventivo del equipo biomédico (pmpeb), se sustenta en el diagnóstico tecnológico elaboración y ejecución del programa de mantenimiento preventivo del equipo biomédico en base al inventario físico funcional del equipamiento biomédico realizado, debemos mencionar que la ejecución del programa de mantenimiento preventivo del equipo biomédico se ejecutara por personal especializado propio de la institución, debemos precisar que actualmente la clínica cuenta con equipos que se encuentran en periodo de garantía y no se encuentran considerados en el programa de mantenimiento preventivo de equipo biomédico por el periodo 2013.

2. OBJETIVOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL EQUIPO BIOMEDICO

2.1.OBJETIVO GENERAL

- Generar un buen servicio, ampliar la vida útil y mantener en óptimo estado físico y funcional de los equipos biomédicos de la Clínica de Especialistas la Dorada S.A..

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evitar las paradas imprevistas no programadas de servicios prestados y causar molestias en nuestros clientes, disminución en los ingresos económicos y problemas derivados por equipos paralizados.
- Mantener un alto índice de operatividad de los equipos.
- Disminuir costos, aumentar eficiencia y eficacia en el soporte tecnológico de los equipos biomédicos y afines.
- Realizar y mantener el inventario actualizado de los equipos biomédicos.
- Elaboración de fichas técnicas y registros históricos donde se registraran información relevante del estado situacional, ubicación, repuestos de alta rotación, numero de intervenciones, tiempo de antigüedad, marca, modelo, serie, código de inventario de los equipos biomédicos.
- Clasificación del equipo medico según tipo de riesgo. (clase I, clase IIa, clasellb, clase III)

3. ALCANCE

Este plan de mantenimiento aplica para todos los equipos que estén bajo responsabilidad del jefe de mantenimiento de equipo biomédico, inventario anexo a este plan.

Se da inicio desde las rutinas de inspección hasta la corrección y puesta en marcha de la maquinaria y equipo.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar la posibilidad de falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua.

4.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, el cual tiene como objetivo principal mantener en buen estado de funcionamiento los equipos o instrumentos, se define también como el conjunto de acciones técnicas administrativas que se realizan para el cuidado e inspección sistemático de un equipo o instrumento con el propósito de mantenerlo en buen estado de funcionamiento, evitar y detectar fallas menores antes que estas se conviertan en mayores.

La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los equipos puedan ser usados de manera permanente o cuando sea requerido su uso para un procedimiento específico eliminando los posibles riesgos de paralización prolongada o paralización total generando altos costos.

El programa de mantenimiento preventivo se basa en la ejecución periódicas de actividades tales como inspección semanales, diarias, cambio de accesorios, repuestos, componentes o algún otro tipo de elemento que permita que el equipo funcione eficientemente.

4.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, el cual tiene como objetivo principal restablecer todos los parámetros iniciales de funcionamiento de los equipos médicos, este proceso tiene actividades técnico administrativas las cuales deben garantizar de manera oportuna las herramientas, instrumentos, repuestos y accesorios a fin de desarrollarlo en el plazo determinado.

Existen dos tipos de mantenimiento correctivo, el primero es el mantenimiento correctivo imprevisto no programado, el cual sucede cuando no se han tomado las medidas de prevención pertinentes o por alguna causa fuera de lo normalmente predecible.

El mantenimiento correctivo programado es aquella actividad que previamente se ha planificado ejecutarla.

4.4 LISTA DE CHEQUEO

Consiste en la descripción de objetos concretos, actividades o ideas en términos explicativos, frases o declaraciones pertinentes, para dar cuenta de aspectos relacionados con uno mismo o aspectos observados por un agente externo. Para contestarla se requiere que la persona subraye, señale con un guion o una equis la respuesta. La respuesta es generalmente dada en términos de si o no.

4.5 INSPECCIÓN

Consiste en hacer un examen minucioso en forma visual y mediante elementos de medición de cada una de las partes y componentes del equipo con el fin de comprobar que el estado de funcionamiento es el óptimo y que esta de acuerdo con las características y condiciones técnicas de construcción y operación dadas por los fabricantes

4.6 LIMPIEZA

Consiste en la remoción de elementos extraños o nocivos en la estructura externa o componentes parte del equipo, incluye también parte interna.

4.7 LUBRICACIÓN

Es la acción por medio de la cual se aplica un elemento viscoso entre cuerpos rígidos y móviles con el fin de reducir la fricción y el desgaste de las partes.

4.8 CALIBRACION

La calibración consiste en comparar los resultados obtenidos producto del proceso realizado con los patrones o estándares internacionales o normados, actividad que se hace a través de equipos, instrumentos, patrones o estándares, y sea realizado por personal certificado o calificado en la variable a medir.

4.9 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Son pruebas que se efectúa a cada equipo para determinar si el funcionamiento de este esta de acuerdo con las características de rendimiento y seguridad establecidas en el diseño y fabricación de aquel. Los equipos que no reúnan estas exigencias se consideran no aptos para la prestación del servicio.

4.10 REVISION Y MONITOREO DE EQUIPOS

Son las actividades preventivas y predictivas que se deben realizar a los equipos y componentes cuando están funcionando o fuera de servicio, estas revisiones son consecuencia del programa de mantenimiento preventivo y predictivo y de otras actividades adicionales.

4.11 HOJA DE VIDA DE EQUIPOS

Corresponde al archivo que contiene la información que identifica un equipo, las partes que lo conforman, sus características y demás actividades que se realicen y estén dentro del programa de mantenimiento preventivo y predictivo.

4.12 SOLICITUD DE SERVICIO

Es el requerimiento de las áreas de la institución a la jefatura de mantenimiento para la ejecución de un trabajo específico ya aprobado por el jefe del área y con el visto bueno del jefe de mantenimiento, debe ser planeado por esta misma área para realizarlo con recursos propios y/o contratados, esta solicitud tiene su formato correspondiente para ser diligenciado por el jefe de servicio solicitante.

4.13 REPORTE DE SERVICIO

Es por el cual se realiza en forma escrita las actividades realizadas sobre el equipo requerido en la solicitud de servicio, en este mismo se evidencia los elementos el cual fueron objeto de cambio para su reparación, además del recibido a satisfacción del solicitante.

4.14 PRIORIDAD URGENTE

Se categoriza como urgente el equipo que sea soporte de vida o diagnóstico que solo exista este equipo en el servicio o la demanda de uso del mismo.

4.15 PRIORIDAD NORMAL

Se categoriza como normal el equipo destinado a rehabilitación, que no afecte el servicio o exista otro del mismo como soporte.

5. CLASIFICACION SEGÚN EL RIEGOS

La clasificación de los dispositivos médicos se fundamenta en los riesgos potenciales relacionados con el uso y el posible fracaso de los dispositivos con base en la combinación de varios criterios tales como, duración del contacto con el cuerpo, grado de invasión y efecto local contra efecto sistémico.

5.1 Criterios de clasificación. La aplicación de las reglas de clasificación se regirá por la finalidad prevista de los dispositivos médicos:

Si un dispositivo médico se destina a utilizarse en combinación con otro dispositivo médico, las reglas de clasificación se aplicarán a cada uno de los productos por separado del producto con el que se utilicen;

Los soportes informáticos que sirvan para manejar un producto o que tengan influencia en su utilización se incluirán automáticamente en la misma categoría;

Si un dispositivo médico no se destina a utilizarse exclusiva o principalmente en una parte específica del cuerpo, se considerará para la clasificación, su utilización específica más crítica;

Si para el mismo dispositivo médico, son aplicables varias reglas teniendo en cuenta las funciones que le atribuye el fabricante, se aplicarán las reglas que conduzcan a la clasificación más elevada.

- 5.1 Clase I.** Son aquellos dispositivos médicos de bajo riesgo, sujetos a controles generales, no destinados para proteger o mantener la vida o para un uso de importancia especial en la prevención del deterioro de la salud humana y que no representan un riesgo potencial no razonable de enfermedad o lesión.
- 5.2 Clase IIa.** Son los dispositivos médicos de riesgo moderado, sujetos a controles especiales en la fase de fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.
- 5.3 Clase IIb.** Son los dispositivos médicos de riesgo alto, sujetos a controles especiales en el diseño y fabricación para demostrar su seguridad y efectividad.
- 5.4 Clase III.** Son los dispositivos médicos de muy alto riesgo sujetos a controles especiales, destinados a proteger o mantener la vida o para un uso de importancia sustancial en la prevención del deterioro de la salud humana, o si su uso presenta un riesgo potencial de enfermedad o lesión.

6. GENERALIDADES

Los mantenimientos de la Clínica de Especialistas la Dorada, están clasificados en predictivos, preventivos y correctivos.

Los mantenimientos preventivos y predictivos se desprenden de un programa de mantenimiento anual y los correctivos salen de las necesidades de cada área o de las rutinas o revisiones periódicas, sin embargo estos deben ser flexibles.

Cada año el encargado del mantenimiento de equipo biomédico elaborara un programa de mantenimiento preventivo y predictivo el cual contiene entre otras la siguiente información contenida en la lista de chequeo:

- Nombre del equipo
- Marca del equipo
- Modelo
- Serie
- Clasificación
- Estado
- Fecha mantenimiento
- Actividades a realizar según el equipo

Las rutinas tanto de inspección como las de revisión deben salir de este plan de mantenimiento.

Este programa debe revisarse periódicamente para hacer una buena programación de las actividades y reprogramarse ya que de las inspecciones y revisiones pueden salir cambios para este programa.

7. LINEAS DE ACCION

- Ejecucion y cumplimiento del plan de mantenimiento.
- Actualización del inventario físico y funcional del equipo biomédico
- Ejecucion de gestion biomédica
- Reportar todos los incidentes adversos presentados en los equipos al jefe de mantenimiento.

Anexo 7. Diferencias/fallas plan de mtto existente

	DIFERENCIA	FALLA
Inventario de equipos biomédicos	No existe un procedimiento claro para la elaboración del inventario	<p>No se realiza verificación física y funcional de los equipos</p> <p>Equipos retirados o perdidos aún siguen figurando</p> <p>Los datos técnicos de los equipos son confusos</p> <p>No se conocen las necesidades actuales</p>
Clasificación de los equipos según su criticidad	No se tuvo en cuenta los pasos a seguir en la clasificación	<p>Equipos incluidos en una clasificación incorrecta</p> <p>No se tienen los cuidados pertinentes para cada clase</p>
Valoración según la Gestión del equipo	No existe valoración	<p>Todos los equipos son incluidos dentro del plan de mtto preventivo</p> <p>No se asignan los periodos de mtto adecuados</p> <p>No se tienen las precauciones para cada equipo correctas</p>
Recurso humano	No existe el personal idóneo para el dpto. de mtto	<p>No cuentan con los conocimientos requeridos</p> <p>No se realizan las tareas adecuadamente</p> <p>No se realizan las tareas a tiempo</p> <p>No se cumple con los estándares de habilitación</p>
Protocolos y procedimientos	No existen protocolos y procedimientos establecidos	<p>No se cuenta con un modelo a seguir en cada actividad</p> <p>No se lleva adecuadamente controles de las actividades asignadas</p> <p>No se realizan en forma correcta las tareas de mtto.</p>
Presupuesto	No existe presupuesto	<p>No se conocen las necesidades</p> <p>No se conocen los equipo y/o servicios más críticos</p> <p>No se destina el presupuesto necesario para el mtto.</p>

Anexo 8. Fotografías Edificios Clinica

Edificio 1



Edificio 2



Anexo 9. Fotografías Equipos biomédicos

Ventilador mecánico



Máquina de Anestesia



Cama Electrica



Equipo de rayos x



Ecógrafo



Monitor Fetal



Anexo 10. Orden de trabajo

Orden de trabajo

Orden de trabajo _____

Equipo _____	N° inv. _____
Marca _____	Modelo _____
Serie _____	Ubicación _____

Solicitado por _____ Cargo _____

Trabajo requerido : Mantenimiento preventivo Mantenimiento correctivo

Prioridad : Rutina Urgente Emergencia

Recibido por _____

Cargo _____ Fecha _____

Aprobado por _____

Cargo _____ Fecha _____

Asignada a: Técnico Ingeniero Proveedor externo

Nombre o razón social _____

Dirección _____ Teléfono _____

Fecha inicio _____ Fecha finalizado _____

Horas estimadas _____ Horas cumplidas _____