

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA  
INSTALACIONES Y EQUIPOS DE UNA CLÍNICA PRIVADA EN LA  
ZONA METROPOLITANA”**

**TOMO I**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**  
presentado ante la  
**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**  
como parte de los requisitos para optar al título de  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

REALIZADO POR

Br. Bonilla A., Fernando A.

Br. Gómez M., Jorge L.

PROFESOR GUÍA

Ing. Ribis S., Sebastián

FECHA

Octubre 2015

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA  
INSTALACIONES Y EQUIPOS DE UNA CLÍNICA PRIVADA EN LA ZONA  
METROPOLITANA**

*Realizado por:* Bonilla A., Fernando y Gómez M., Jorge L.

*Tutor:* Ing. Ribis, Sebastián

*Fecha:* Octubre 2015

**RESUMEN**

El presente trabajo especial de grado, propone el diseño de un plan de gestión de mantenimiento para los equipos que forman parte en los procesos de atención médica para una clínica en el área metropolitana. Este plan está dirigido específicamente para la Clínica Herrera Lynch, ubicada en la Av. Jorge Washington, Urbanización San Bernardino Caracas, Venezuela.

Actualmente la clínica posee un plan de gestión de mantenimiento que no se adapta a las necesidades reales. En consecuencia se propuso la elaboración de un plan que permitiera mantener los equipos que intervienen en el proceso de atención médica en buenas condiciones operativas, y de esta manera extender la vida útil de los mismos, evitando así las paradas no planificadas. Para desarrollar esta investigación, se hizo uso de diversas herramientas relacionadas con ingeniería industrial, como lo son: el diagrama de flujo, diagrama causa efecto, análisis ABC, la encuesta de las diez mejores prácticas que sustentan el mantenimiento de clase mundial, entre otras.

Con la intención de elaborar la propuesta, se analizó la situación actual de mantenimiento y de esta manera mediante un diagnóstico, atacar las áreas donde se reflejen mayores deficiencias. Las áreas que resultaron, fueron las que se refieren a Planificación y programación activa, Mejoramiento continuo con y gestión disciplinada de procura de materiales. En el desarrollo de este plan, se procedió a inventariar y codificar los equipos, para luego a través de un análisis de criticidad, determinar cuáles se incluirían en el mismo. Adicionalmente se detallaron los formatos necesarios y establecieron las acciones que aseguren, controlen y evalúen el desempeño de los equipos.

Finalmente se calcularon todos los costos asociados al plan de gestión de mantenimiento propuesto, los cuales al ser comparados con el plan actual de la clínica, reveló una reducción significativa.

**Palabras Claves:** Plan de gestión de mantenimiento, diagrama causa efecto, análisis ABC, criticidad, costos.

## INDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| RESUMEN .....   | I   |
| INDICE DE FIGURAS.....  | V   |
| INDICE DE TABLAS .....  | VI  |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....                                      | VII |
| INTRODUCCIÓN .....  | 1   |
| CAPITULO I .....  | 3   |
| 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....                            | 3   |
| 1.1 Reseña histórica.....                                     | 3   |
| 1.2 Misión.....   | 3   |
| 1.3 Visión.....   | 3   |
| 1.4 Estructura organizativa de la empresa .....               | 4   |
| 1.5 Descripción de las áreas de la Clínica Herrera Lynch..... | 5   |
| CAPITULO II.....  | 6   |
| 2. EL PROBLEMA.....   | 6   |
| 2.1 Planteamiento del problema. ....                          | 6   |
| 2.2 Formulación del problema.....                             | 8   |
| 2.3 Justificación .....                                       | 8   |
| 2.4 Objetivo General.....                                     | 9   |
| 2.5 Objetivos Específicos .....                               | 9   |
| 2.6 Alcance .....   | 9   |
| 2.7 Limitaciones .....  | 10  |
| CAPITULO III.....   | 11  |
| 3. MARCO TEORICO.....   | 11  |
| 3.1 Antecedentes.....   | 11  |
| 3.2 Mantenimiento.....  | 13  |
| 3.3 Objetivos del mantenimiento.....                          | 13  |
| 3.4 Sistema típico de mantenimiento.....                      | 13  |
| 3.5 Tipos de mantenimiento .....                              | 14  |
| 3.6 Formas de hacer mantenimiento.....                        | 15  |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| 3.7              | Plan de gestión de mantenimiento .....                       | 16 |
| 3.8              | Implantación de un sistema de mantenimiento preventivo ..... | 16 |
| 3.9              | Programación.....  | 17 |
| 3.10             | Herramientas utilizadas .....                                | 17 |
| CAPITULO IV..... |  | 20 |
| 4.               | MARCO METODOLOGICO.....                                      | 20 |
| 4.1              | Consideraciones Generales.....                               | 20 |
| 4.2              | Tipo de Investigación .....                                  | 20 |
| 4.3              | Enfoque de la investigación.....                             | 21 |
| 4.4              | Diseño de la investigación .....                             | 22 |
| 4.5              | Unidad de análisis.....                                      | 22 |
| 4.6              | Población .....  | 23 |
| 4.7              | Muestra .....  | 23 |
| 4.8              | Instrumentos y técnicas de recolección .....                 | 24 |
| 4.9              | Observación directa .....                                    | 24 |
| 4.10             | Cuestionario de respuesta cerrada. ....                      | 24 |
| 4.11             | Entrevista no estructurada .....                             | 24 |
| 4.12             | Validación del instrumento.....                              | 25 |
| 4.13             | Fases de la investigación .....                              | 25 |
| 4.14             | Cuadro de Operacionalización de Variables .....              | 26 |
| CAPITULO V.....  |  | 28 |
| 5.               | Análisis e interpretación de la situación actual.....        | 28 |
| 5.1              | Procedimiento actual de mantenimiento.....                   | 28 |
| 5.2              | Responsables de las operaciones de mantenimiento .....       | 29 |
| 5.3              | Valoración del mantenimiento mediante cuestionario .....     | 30 |
| 5.4              | Validación del cuestionario .....                            | 31 |
| 5.5              | Análisis de los resultados de la encuesta .....              | 31 |
| 5.6              | Diagrama Causa-Efecto o Diagrama Ishikawa.....               | 36 |
| CAPÍTULO VI..... |  | 38 |
| 6.               | Diseño del plan de gestión de mantenimiento .....            | 38 |
| 6.1              | Zonificación.....  | 38 |
| 6.2              | Inventario de Equipos.....                                   | 40 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 6.3  | Codificación de equipos .....  | 40 |
| 6.4  | Ficha técnica de los equipos .....   | 45 |
| 6.5  | Análisis de criticidad .....   | 45 |
| 6.6  | Análisis ABC.....  | 48 |
| 6.7  | Rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos con criticidad .....    | 49 |
| 6.8  | Procedimiento Operativo Estándar (POE).....                                  | 50 |
| 6.9  | Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo .....            | 50 |
| 6.10 | Formatos de control .....  | 52 |
| 6.11 | Flujo de información .....   | 53 |
| 6.12 | Programación Anual de las actividades de mantenimiento Preventivo.....       | 59 |
| 6.13 | Indicadores de gestión .....   | 60 |
| 6.14 | Calculo del recurso humano en Horas Hombres disponibles .....                | 61 |
| 6.15 | Calculo de Horas Hombre necesarias para la ejecución de las actividades..... | 63 |
| 6.16 | Relación costo-beneficio .....   | 66 |
| 7.   | Conclusiones y Recomendaciones .....   | 69 |
| 7.1  | Conclusiones.....  | 69 |
| 7.2  | Recomendaciones .....  | 70 |
| 8.   | Referencias bibliográficas.....  | 71 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Vista lateral Clínica Herrera Lynch.....                                  | 3  |
| Figura 2 Organigrama actual de la clínica .....                                    | 4  |
| Figura 3 Departamento de servicios generales .....                                 | 4  |
| Figura 4 Diagrama causa efecto: síntomas y causas del problema.....                | 7  |
| Figura 5 Sistema típico de mantenimiento.....                                      | 14 |
| Figura 6 Confiabilidad del instrumento .....                                       | 18 |
| Figura 7 Diagrama de flujo del proceso de atención de fallas actual .....          | 29 |
| Figura 8 Escala de valoración del cuestionario.....                                | 31 |
| Figura 9 Diagrama Causa efecto.....  | 37 |
| Figura 10 Plano esquemático de planta baja.....                                    | 38 |
| Figura 11 Plano esquemático de primer piso.....                                    | 39 |
| Figura 12 Plano esquemático de primer techo.....                                   | 39 |
| Figura 13 Estructura de Códigos de los equipos.....                                | 43 |
| Figura 14 Ejemplo de código funcional para una incubadora neonatal.....            | 44 |
| Figura 15 Ejemplo de código funcional para un Aire acondicionado. ....             | 45 |
| Figura 16 Código propuesto para actividades de mantenimiento preventivas .....     | 51 |
| Figura 17 Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo propuesto..... | 54 |
| Figura 18 Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento correctivo propuesto..... | 56 |
| Figura 19 Diagrama de flujo del proceso de despacho de materiales y repuestos..... | 58 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Distribución interna de la Clínica Herrera Lynch.....                  | 5  |
| Tabla 2 Estudio previo tomado en cuenta para este TEG.....                     | 11 |
| Tabla 3 Estudio previo tomado en cuenta para este TEG.....                     | 12 |
| Tabla 4 Estudio previo tomado en cuenta para este TEG.....                     | 12 |
| Tabla 5 Cuadro de Operacionalización de Variables.....                         | 27 |
| Tabla 6 Lista de contratistas .....  | 30 |
| Tabla 7 Rango de valores.....  | 32 |
| Tabla 8 Resumen de resultados de la aplicación del cuestionario.....           | 32 |
| Tabla 9 Código establecido para las áreas específicas.....                     | 41 |
| Tabla 10 Código establecido para el piso de la clínica.....                    | 41 |
| Tabla 11 Código establecido para cada equipo.....                              | 42 |
| Tabla 12 Niveles de riesgo por área.....                                       | 46 |
| Tabla 13 Niveles de criticidad .....   | 47 |
| Tabla 14 Matriz de combinación de criterios .....                              | 49 |
| Tabla 15 Equipos críticos resultantes .....                                    | 49 |
| Tabla 16 Leyenda de frecuencias.....   | 59 |
| Tabla 17 Cálculo de las Horas-Hombres Anuales por Trabajador .....             | 62 |
| Tabla 18 Relación Horas Hombre vs Técnicos necesarios.....                     | 63 |
| Tabla 19 Costo de la mano de obra necesaria.....                               | 64 |
| Tabla 20 Lista de Materiales y repuestos para el mantenimiento preventivo..... | 65 |
| Tabla 21 Calculo de Herramientas y equipos necesarios para el plan .....       | 66 |
| Tabla 22 Costo de implantación del plan de mantenimiento preventivo.....       | 67 |
| Tabla 23 Relación de costos .....  | 67 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfica 1 Puntuación obtenida vs máxima. ....                        | 33 |
| Gráfica 2 Diagrama de Malla de resultados basado en la tabla 6 ..... | 34 |
| Gráfica 3 Diagrama de Pareto.....                                    | 37 |

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es la combinación de actividades mediante las cuales, un equipo se mantiene o se restablece a un estado en el que pueda realizar las funciones designadas.

En la actualidad, todas las empresas tienen como función principal, mantener la continuidad operacional de sus procesos, y de esta manera brindar un servicio confiable para sus clientes. Esto se logra, impidiendo que se deterioren los equipos, mediante el conocimiento de sus fallas y realizando actividades de forma idónea y confiable.

Toda organización para garantizar que el mantenimiento sea efectivo, debe implementar una gestión que le permita llevar un control sistemático, para así conocer las necesidades reales de sus equipos a todo momento.

La Clínica Herrera Lynch, es una de las instituciones privadas más reconocida en el área de obstetricia y maternidad en zona metropolitana de Caracas. El mantenimiento que actualmente se realiza en la organización, es básicamente para acciones correctivas proporcionadas por contratistas. Debido al crecimiento de la clínica en los últimos años, el plan no se ha ajustado según lo debido, por lo que la organización ha considerado buscar mejoras, y uno de los aspectos que se quiere enfocar primordialmente, es el de crear una gestión apropiada que garantice el buen funcionamiento de los equipos e instalaciones que intervienen en los proceso de atención médica.

En consecuencia resulta fundamental, diseñar un sistema que permita asegurar las labores en los equipos. La idea principal de la implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo es brindar confiabilidad, competitividad y permitir el incremento del tiempo de la vida útil de los equipos e instalaciones, que forman parte del caso a ser estudiado.

Este trabajo especial de grado está estructurado en seis (6) capítulos además de conclusiones, recomendaciones, bibliografía y por ultimo una serie de anexos que sustentan el trabajo desarrollado.

A continuación se describe como estará constituido el presente estudio.

- **Capítulo I:** Comprende la descripción de la empresa, misión, visión, estructura organizativa y la descripción de las áreas.

- **Capítulo II:** Describe el planteamiento del problema de la empresa donde se desarrolló el estudio, objetivo general, objetivos específicos, el alcance, justificación y limitaciones del estudio.
- **Capítulo III:** Describe el Marco teórico, se presentan los estudios previos tomados en cuenta para la investigación y las bases teóricas que sustentan la misma.
- **Capítulo IV:** Se explica el tipo de investigación, enfoque y diseño de la misma; se define la unidad de análisis, población, muestra y se explican los instrumentos para la recolección de datos y análisis de los mismos.
- **Capítulo V:** Diagnostico de la situación actual, descripción de los procesos de mantenimiento, y responsables, análisis de resultados de la gestión actual de mantenimiento.
- **Capítulo VI:** Diseño del plan de gestión de mantenimiento lo cual incluye, zonificación, inventario de equipos, codificación, análisis de criticidad, formatos de control y evaluación, estimaciones de costos y la relación costo beneficio.
- **Conclusiones y recomendaciones:** Se presentan los hallazgos y respuestas que dieron como resultado la elaboración de esta investigación.
- **Anexos:** Se presentan una serie de Anexos que fueron creados para la sustentación de este trabajo de grado.

## CAPITULO I

### 1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

#### 1.1 Reseña histórica

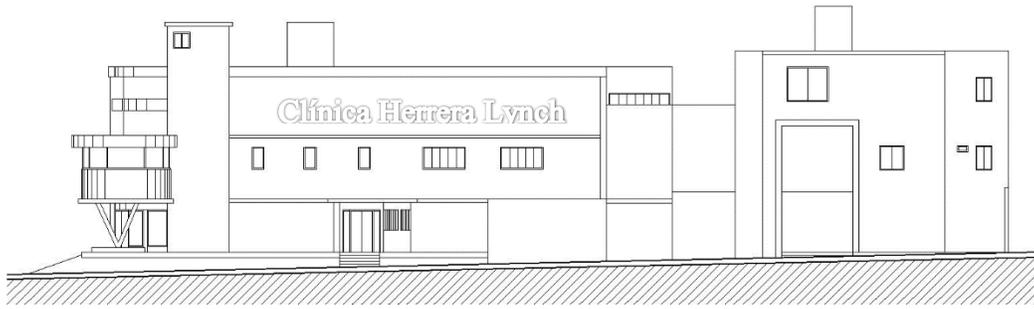


Figura 1 Vista lateral Clínica Herrera Lynch

Fuente: Elaboración propia

La Clínica Herrera Lynch, fue inaugurada en mayo de 1977, como un centro de asistencia médica. Luego de veinte (20) años de funcionamiento, muere el fundador de esta Institución, por lo que la misma deja de funcionar durante dos (2) años. Posteriormente, fue adquirida en diciembre de 1999, por un grupo de jóvenes emprendedores con experiencia en la administración y control de empresas similares, quienes pasaron a integrar la Junta Directiva de la mencionada Institución, quienes remodelaron las instalaciones, reabriendo sus puertas el día 10 de abril del año 2000.

Hasta la actualidad la Clínica Herrera Lynch se ha convertido en una de las Instituciones privadas más reconocida en el área de obstetricia y maternidad en el área metropolitana de Caracas.

#### 1.2 Misión

Ser una Empresa de Servicio orientada a satisfacer las necesidades del cliente, que responda a las necesidades sociales de salud y calidad de vida, que sirva de apoyo al desarrollo de la sociedad venezolana, mejorando en forma continua la calidad y confiabilidad del servicio de sus pacientes.

#### 1.3 Visión

Ser la primera Institución Hospitalaria, expandirse y ser la más reconocida a nivel de servicios de salud, con los mejores médicos de la ciudad, con todos los servicios médicos

hospitalarios y que mantenga siempre su calidad de servicios, la más avanzada tecnología y mostrando siempre costos accesibles a la comunidad.

### 1.4 Estructura organizativa de la empresa

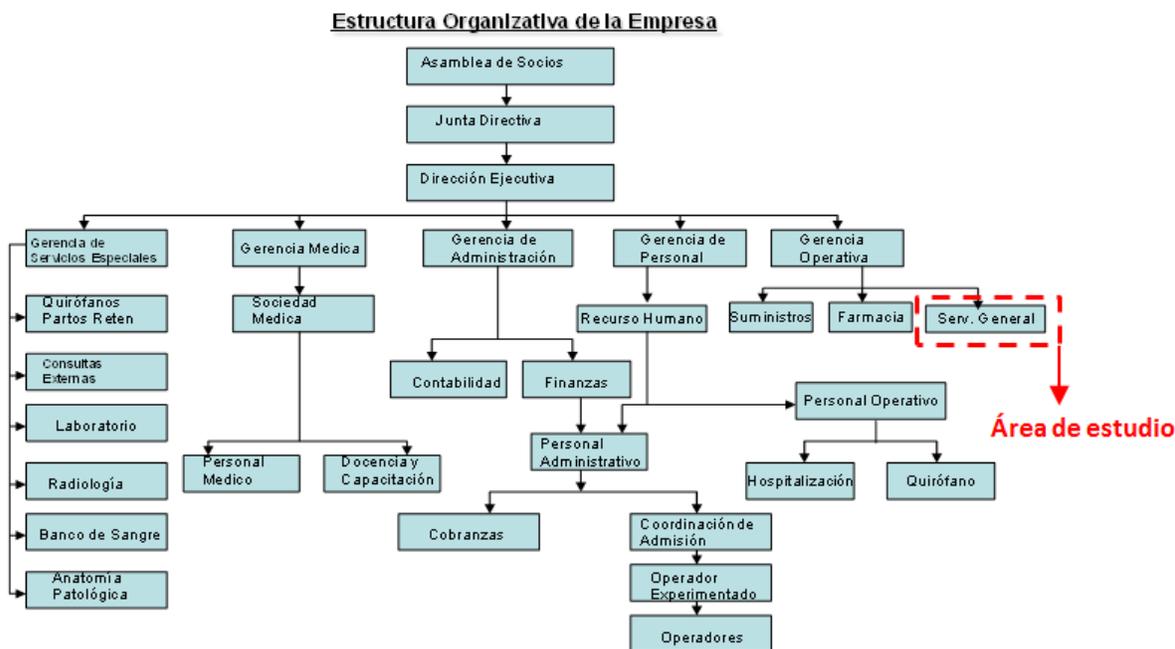


Figura 2 Organigrama actual de la clínica

Fuente: Clínica Herrera Lynch

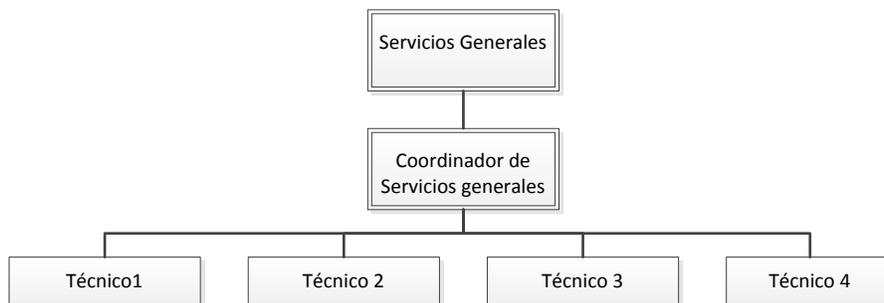


Figura 3 Departamento de servicios generales

Fuente: Elaboración propia

### 1.5 Descripción de las áreas de la Clínica Herrera Lynch

La clínica Herrera Lynch está distribuida en un edificio que cuenta con tres (3) plantas, las cuales están distribuidas como se muestran en la tabla 1.

Estas áreas se pueden apreciar en los planos ubicados en el anexo A-1, A-2, A-3.

**Tabla 1 Distribución interna de la Clínica Herrera Lynch**

| Planta baja            | Piso 1                                  | Piso 2                     |
|------------------------|---|----------------------------|
| ✓ Emergencia.          | ✓ Cuatro (4) quirófanos                 | ✓ Laboratorio.             |
| ✓ Recepción.           | ✓ Sala de reanimación                   | ✓ Veinte (20) Habitaciones |
| ✓ Rayos x              | ✓ Faena                                 | ✓ Estar de enfermeras      |
| ✓ Administración       | ✓ Estar de enfermeras                   | ✓ Cafetín                  |
| ✓ Consultorios Médicos | ✓ Terapia intensiva neonatal.<br>(UTIN) | ✓ Banco de sangre          |
| ✓ Cocina               | ✓ Reten de niños sanos                  | ✓ Almacén.                 |
| ✓ Lavandería           | ✓ Veinte (20 Habitaciones)              | ✓ Tanque de agua.          |
| ✓ Hidroneumático       | ✓ Deposito                              | ✓ Cuarto de bomba          |
| ✓ Cuarto de bombas     | ✓ Recursos humanos                      |                            |
| ✓ Planta eléctrica     |   |                            |
| ✓ Comedor empleados    |   |                            |
| ✓ Cuarto de desechos   |   |                            |

Fuente: Elaboración Propia

## CAPITULO II

### 2. EL PROBLEMA

#### 2.1 Planteamiento del problema.

Se entiende por mantenimiento, todas las acciones que tienen como objetivo restaurar un artículo o equipo a un estado en el cual pueda llevar a cabo su función requerida.

En algunas organizaciones, la aplicación del mantenimiento se reduce a la realización de un plan correctivo e incluso, en ciertas ocasiones, se traduce en el reemplazo del equipo sin tomar en cuenta un plan de mantenimiento preventivo con el cual continuarían operando correctamente.

La participación e incidencia del mantenimiento en una organización, se puede ver claramente reflejado en los costos generados por reparaciones, cambios de equipos o inversiones innecesarias.

La Clínica Herrera Lynch como entidad de servicio, tiene como objetivo fundamental satisfacer las diferentes necesidades de atención médica de los pacientes, a través del uso de equipos e instalaciones existentes en sus distintas áreas.

La política actual de la Clínica Herrera Lynch, es la de realizar un mantenimiento correctivo a los equipos averiados por medio de la contratación a terceros, lo cual aumenta el presupuesto anual, ya que no poseen personal calificado para realizar labores de mantenimiento a los equipos especializados. Así mismo la atención de fallas, no es realizada por los técnicos de la organización, dado que estos se encargan de realizar mayormente reparaciones menores a instalaciones de la clínica. Adicionalmente se observó en la gestión actual, la carencia de documentos de los cuales se valgan para llevar un control y seguimiento de las actividades de mantenimiento y se pudo constatar que en la organización, no se registran las fallas y no poseen manuales de mantenimiento de la mayoría de los equipos, lo cual entorpece aún más la mantenibilidad de los mismos.

Actualmente existe otra problemática en la institución, la cual radica en las constantes quejas de los operadores a raíz del retraso en la reparación de los equipos. Esto sucede porque las empresas contratistas, tardan mucho tiempo en enviar un técnico especializado cuando se presenta una avería en algunas de las áreas de la institución. Esta situación se vuelve más caótica

cuando las áreas afectadas, están relacionadas con los servicios en los procesos de atención médica, ya que interrumpe la continuidad operativa de la organización.

Para visualizar de una manera esquemática los síntomas y las causas que dan lugar al problema, se presenta en la figura 4 un diagrama causa efecto:

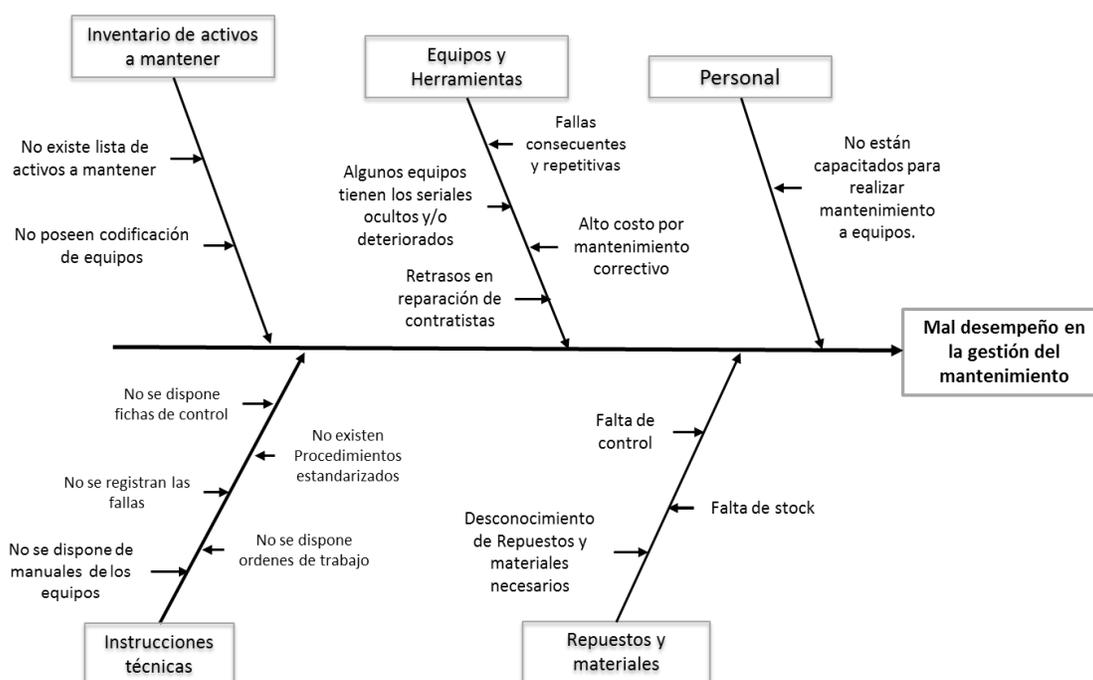


Figura 4 Diagrama causa efecto: síntomas y causas del problema

De persistir el problema planteado previamente, se pronostica una serie de consecuencias en la Clínica Herrera Lynch, entre las que pueden considerarse la disminución sistemática de la disponibilidad de los equipos a causa de fallas constates, la reducción de ingresos por no disponer de equipos operativos, además de aumentar de manera significativa los costos relacionados a la reposición de los equipos.

En consecuencia, se propone diseñar un plan de gestión de mantenimiento de tipo preventivo, el cual permita realizar una planificación, al mismo tiempo que ofrece herramientas para la ejecución y control de las actividades de mantenimiento.

## **2.2 Formulación del problema**

Debida a la problemática que se presentó anteriormente y para complementar se procede a la formulación de las siguientes preguntas:

1. ¿Qué incidencia tendrá un plan de gestión de mantenimiento en la calidad, competitividad y confiabilidad en los servicios médicos actuales en la Clínica Herrera Lynch?
2. ¿De qué forma se podría crear una base de datos que permita a la gerencia obtener información específicas referente a los activos de la clínica?
3. ¿El plan permitirá predecir fallas, mejorando el tiempo de vida útil de los equipos?
4. ¿Este plan mejorará los costos de mantenimiento e incrementará el beneficio para la clínica?

## **2.3 Justificación**

La Clínica Herrera Lynch en su búsqueda de ser competitiva y brindar un mejor servicio, requiere de estrategias dirigidas al mejoramiento continuo de los procedimientos en la gestión del mantenimiento, específicamente en lo que tiene que ver con las acciones, registro, control y evaluación de la misma. Es por eso que a través de esta investigación se aportaría la aplicación de enfoques teóricos que se manejan actualmente en cuanto al desarrollo de las acciones relacionadas con la gestión de mantenimiento dentro de la organización.

Este trabajo de grado se puede justificar de acuerdo a las siguientes perspectivas; institucional, económica, social, académica y personal, la cuales se abordaran de la siguiente manera.

### **2.3.1 Institucional**

Crear bases para introducir y fomentar una cultura mantenimiento, que permita a la institución establecer una buena gestión para así ir actualizando, mejorando y desarrollando un plan de gestión que permita la planificación, organización y control del mantenimiento de la clínica.

### **2.3.2 Económico**

Disminuir los costos de operación y mantenimiento al definir las prioridades, logrando que los recursos puedan ser destinados para otras áreas que lo requieran.

### 2.3.3 Social

Mejorar la calidad del servicio de salud para los pacientes, brindando así la oportunidad a los habitantes de la zona de contar con un centro de salud confiable y eficiente.

### 2.3.4 Académico

Cumplir con el requisito para obtener el título de Ingeniero Industrial y proveer una investigación que sirva como base para futuras investigaciones.

## 2.4 Objetivo General

Diseñar un plan de gestión de mantenimiento para las instalaciones y equipos de una clínica privada en la zona metropolitana.

## 2.5 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar los equipos que prestan servicio en los procesos de atención médica de la clínica.
- ✓ Valorar la criticidad de los equipos que prestan servicio en los procesos de atención médica de la clínica.
- ✓ Determinar las acciones que aseguren el funcionamiento de los equipos con mayor criticidad.
- ✓ Diseñar los controles que aseguren la implementación de las acciones propuestas.
- ✓ Analizar la relación costo - beneficio de las acciones propuestas.

## 2.6 Alcance

El propósito de este proyecto, es efectuar una propuesta de cambio en las actividades de mantenimiento de la clínica Herrera Lynch ubicada en San Bernardino, Caracas, basándose en el diseño de un plan de gestión flexible que se adapte a las necesidades de sus áreas críticas, así como los costos asociados que involucran el plan.

Este trabajo será realizado en las instalaciones de la clínica Herrera Lynch, identificando los equipos críticos que le pertenecen, a los cuales sea necesario aplicar un plan de mantenimiento.

Este proyecto será ejecutado en un plazo de dieciséis (16) semanas, el cual corresponden al tiempo mínimo que establece la universidad para la realización del trabajo especial de grado.

Esta investigación solo abarcará el cumplimiento de los objetivos específicos planteados.

No formará parte de este estudio la implantación como objetivo.

### **2.7 Limitaciones**

- ✓ No poder manipular equipos que se encuentren prestando servicio a pacientes.
- ✓ El acceso a equipos sujetos a horarios y turnos de trabajo.
- ✓ Limitación para ingresar en áreas estériles.
- ✓ Datos financieros sujetos a criterios de confidencialidad.

## CAPITULO III

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 Antecedentes

Como parte de la realización del presente Trabajo Especial de Grado, fue necesario recurrir a la obtención de información por medio de investigaciones y estudios previos contemplados en Trabajos Especiales de Grado. En las Tabla 2, 3 y 4 se muestran los estudios previos referentes a este TEG.

**Tabla 2 Estudio previo tomado en cuenta para este TEG.**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Nombre de la investigación | Evaluación de costos asociados a la gestión de un plan de mantenimiento preventivo para una flota de vehículos de un servicio médico pre pagado. |
| Área de Estudio            | Ingeniería Industrial  |
| Autores                    | Daniela Martínez   |
| Profesor Guía              | Ing. Armando Torres  |
| Objetivo General           | Evaluar los costos asociados a la gestión de un plan de mantenimiento preventivo para una flota de vehículos de un servicio médico pre pagado    |
| Institución                | U.C.A.B.   |
| Fecha                      | Octubre, 2011  |
| Aporte a la investigación  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco teórico</li> <li>• Marco Metodológico</li> </ul>  |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3 Estudio previo tomado en cuenta para este TEG.**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Nombre de la investigación | Plan de mantenimiento preventivo para la biblioteca central “Celestino Bonfanti” de la Universidad Central De Venezuela.                          |
| Área de Estudio            | Ingeniería Industrial   |
| Autores                    | Parra, Verónica.<br>Cardot, Alejandro   |
| Profesor Guía              | Cap. Ramón Roa  |
| Objetivo General           | Diseñar una gestión para la planificación del mantenimiento de los equipos de estacionamiento de una universidad privada en la ciudad de Caracas. |
| Institución                | U.C.A.B.  |
| Fecha                      | Febrero, 2006   |
| Aporte a la investigación  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco Metodológico.</li> <li>• Marco teórico.</li> </ul>   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4 Estudio previo tomado en cuenta para este TEG**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Nombre de la investigación | Diseño de un plan de gestión de servicio de mantenimiento para los equipos e instalaciones de un centro de salud privado. |
| Área de Estudio            | Ingeniería Industrial   |
| Autores                    | Arias, Carlos<br>Otayek, Daniel   |
| Profesor Guía              | Cap. Ramón Roa  |
| Objetivo General           | Diseñar un plan de gestión de servicio de mantenimiento para los equipos e instalaciones de un centro de salud privado    |
| Institución                | U.C.A.B.  |
| Fecha                      | Junio, 2005   |
| Aporte a la investigación  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco Metodológico</li> </ul>  |

Fuente: Elaboración propia

### **3.2 Mantenimiento**

Se puede definir el mantenimiento como “el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un SP a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado”<sup>1</sup>. A su vez, Duffuaa define mantenimiento como “la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene, o se restablece, a un estado en el que puede realizar las funciones designadas”<sup>2</sup>. Existen infinidad de definiciones, sin embargo se podría resumir como: el control constante a los equipos o instalaciones, así como el conjunto de acciones correctivas y de revisión que son necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de estos.

### **3.3 Objetivos del mantenimiento**

“Mantener un SP en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión, para lograr una producción esperada en empresas de producción y una calidad de servicios exigida, en empresas de servicio, a un costo global óptimo.”<sup>3</sup> El objetivo principal del mantenimiento es lograr la máxima confiabilidad y disponibilidad de los equipos con un mínimo costo.

### **3.4 Sistema típico de mantenimiento**

“Los sistemas de mantenimiento pueden verse como un modelo sencillo de entrada y salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, administración, herramientas, reparaciones, equipo, entre otras; y la salida es equipo funcionando, confiable, y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta o su operación donde presta servicio”<sup>4</sup>.

En la figura 5 se muestra un diagrama de procesos que describe este sistema.

---

<sup>1</sup>Norma COVENIN 3049-93

SP: Sistema productivo

<sup>2</sup>Duffuaa, Sistemas de mantenimiento planeación y control. 2002, editorial Limusa S.A. pág. 29

<sup>3</sup> Norma COVENIN 3049-93

<sup>4</sup>Duffuaa, Sistemas de mantenimiento planeación y control. 2002, editorial Limusa S.A. pág. 31

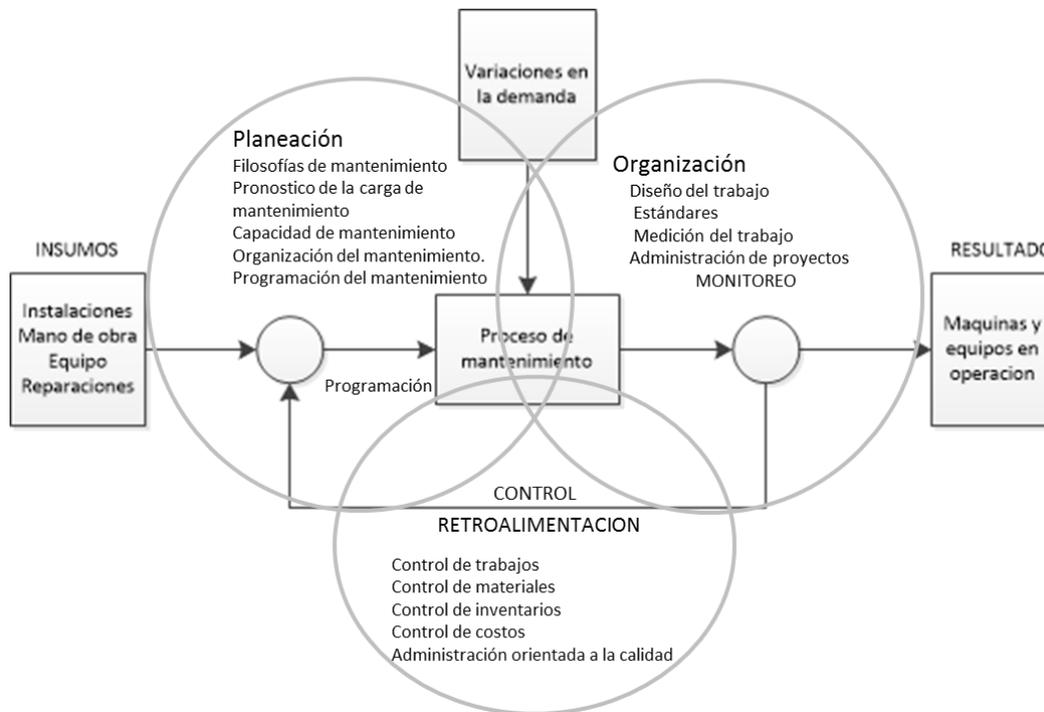


Figura 5 Sistema típico de mantenimiento

Fuente: Duffuaa<sup>4</sup>

### 3.5 Tipos de mantenimiento

Existen varios tipos de mantenimiento que presentan diferencias en su planificación, objetivos y recursos necesarios. En la actualidad ninguno de estos tipos se aplica por separado, sino que se utiliza una mezcla de todos según sea el caso, los cuales se describen a continuación:

- **Mantenimiento por avería:** “Se refiere como la atención a un SP cuando aparece una falla”<sup>5</sup>. Debe ser inmediata, por lo tanto no puede ser planificada y genera parada innecesaria al proceso y persona operativa.
- **Mantenimiento correctivo:** “Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento”<sup>6</sup>. El autor también indica con qué estrategia y en que equipos se utiliza. “Este tipo de estrategia a veces se conoce como estrategia de operación hasta que falle. Se

<sup>5</sup> Norma COVENIN 3049-93

<sup>6</sup> Duffuaa, Sistemas de mantenimiento planeación y control. 2002, editorial Limusa S.A. pag 33

aplica principalmente en los componentes electrónicos”<sup>7</sup>. ”Este tipo de mantenimiento tiene las mismas características que el anterior, con la diferencia que no solo se repara una avería, sino que se buscan estrategias para que este no vuelva a ocurrir, ya sea mejorando el sistema de la pieza afectada”<sup>8</sup>.

- **Mantenimiento preventivo:** Según Duffuaa, este mantenimiento es definido como “cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a las fallas potenciales”. El autor clasifica este tipo de mantenimiento en dos tipos, con base en el uso o a las condiciones del equipo. “Con base en el uso, se realiza de acuerdo a las horas de funcionamiento o con un calendario establecido y requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas son conocidas, así como las frecuencias”. Con base en las condiciones del equipo, “Se lleva a cabo con la condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando los parámetros clave del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de este”. A este tipo de mantenimiento preventivo también se le conoce como mantenimiento preventivo predictivo.<sup>9</sup>
- **Mantenimiento Rutinario:** “Es el que comprende actividades como, lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta períodos semanales”<sup>10</sup>.

### 3.6 Formas de hacer mantenimiento

#### 3.6.1 Administración directa

Es el mantenimiento que se realiza por el personal que pertenece a la organización.

#### 3.6.2 Contratado

Es el mantenimiento que se realiza con un ente externo a la empresa según las especificaciones de esta, en condiciones de precio y tiempo previamente establecidas.

---

<sup>7</sup> Duffuaa, Sistemas de mantenimiento planeación y control. 2002, editorial Limusa S.A. pág. 34

<sup>8</sup> Pérez, A., Rodríguez, P., Sancho, J., “Mantenimiento mecánico de máquinas”, Editorial Universat Jaume I, España (2010). Pág. 12

<sup>9</sup> Duffuaa, Sistemas de mantenimiento planeación y control. 2002, editorial Limusa S.A. pág. 34

<sup>10</sup> Norma COVENIN 3049-93. Pág. 1

### **3.7 Plan de gestión de mantenimiento**

Un plan de mantenimiento puede considerarse como un proyecto, esto es una serie de actividades y tareas que tienen objetivos concretos, fecha de inicio y fin, dispone de recursos, fronteras definidas en el tiempo y espacio.

#### **3.7.1 Los objetivos de un plan de mantenimiento hospitalario.**

Las actividades de mantenimiento hospitalario tienen como objetivo los siguientes aspectos.<sup>11</sup>

- Garantizar la seguridad de los pacientes y personal que utiliza los recursos físicos de la clínica.
- Contribuir a garantizar un ambiente adecuado de estancia hospitalaria.
- Garantizar el funcionamiento eficiente de los recursos físicos en salud del hospital, por lo menos durante el tiempo de vida útil estimado por el fabricante.
- Asegurar la disponibilidad de los recursos físicos para el servicio, y obtener así la eficiencia máxima posible en la inversión de recursos.
- Contribuir a la reducción de los costos de operación de la institución.

### **3.8 Implantación de un sistema de mantenimiento preventivo**

Para implantar un sistema que soporte el mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones que conforman una organización, es necesario realizar una serie de acciones las cuales se muestran a continuación.

- Codificar los equipos e instalaciones.
- Realizar inventario de los equipos.
- Criticidad de equipos.
- Establecer sistema de inspecciones.
- Rutinas de mantenimiento de los equipos.
- Elaborar programas.
- Implantar el sistema.
- Controlar y evaluar.

---

<sup>11</sup> Castrillón Gallego, Luis. . Introducción al mantenimiento biomédico Editorial ITM septiembre 2007.pag 29

### 3.9 Programación

“Su objetivo es el de señalar cuando se deben realizar las diferentes instrucciones técnicas de cada objeto de mantenimiento”<sup>12</sup>. En la programación se utilizan métodos como el cronograma de actividades, en las cuales programan las acciones a realizar por mantenimiento preventivo con una frecuencia establecida por el fabricante de los equipos, estas pueden ser diarios, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

### 3.10 Herramientas utilizadas

#### 3.10.1 Coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha$ )

Este método es utilizado para medir la fiabilidad de la práctica de un test o cuestionario. “Este coeficiente estadístico, analiza concretamente la consistencia interna de la escala como una dimensión de fiabilidad, mediante el cálculo de correlación entre los ítems de la escala. Por lo tanto, el alfa de Cronbach puede considerarse como un coeficiente de correlación.”<sup>13</sup> Los resultados se podría interpretar de la siguiente manera: Si los diferentes ítems o preguntas de una escala están midiendo una realidad común, las respuestas a estas preguntas tendría que presentar una elevada correlación entre sí; en caso contrario, la existencia de una baja correlación entre algunos ítems o preguntas mostraría que algunas declaraciones de la escala no son medidas confiables.

Para aplicar el  $\alpha$  de Cronbach es necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma^2(i)}{\sigma^2(X)} \right] \quad 14$$

Dónde:

*K* : Es el número de ítems o preguntas.  
 *$\Sigma \sigma^2 i$* : Sumatoria de varianzas de los ítems.  
 *$\sigma^2 X$* : Varianza de la suma de los ítems.  
 *$\alpha$* : Coeficiente de Alfa de Cronbach.

<sup>12</sup> Norma Covenin 3049-93 mantenimiento Definiciones. pág. 11

<sup>13</sup> Molina. La estructura y naturaleza del capital social en las aglomeraciones de empresas pág. 73

<sup>14</sup> Ramón Roa, Guía de metodología para la investigación (2002). Pág. 34



**Figura 6 Confiabilidad del instrumento**

Fuente: Ramón Roa, *Guía de metodología para la investigación* (2002)

### 3.10.2 Indicadores de gestión

Los índices de gestión son herramientas que ayudan a las organizaciones a mantener una evaluación constante de los resultados de todos sus servicios, que le permiten establecer el impacto de las acciones realizadas y encontrar anomalías para así corregirlas, logrando un aumento de la actividad. Estas expresiones cuantitativas se diseñan con el objetivo de observar el comportamiento del grado de cumplimiento de los procesos que ahí se apliquen, permitiendo medirlos para prevenir las posibles desviaciones sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas.

### 3.10.3 Diagrama causa efecto

“El diagrama causa efecto es un gráfico que muestra las relaciones entre una característica y sus factores o causas. Es así una representación gráfica de todas las posibles causas de un fenómeno. Generalmente el diagrama asume la forma de espina de pescado, donde toma el nombre alternativo de diagrama de espina de pescado o diagrama Ishikawa dada por el autor. Una vez elaborado, el diagrama causa efecto, representa de forma ordenada y completa todas las causas que pueden determinar cierto problema y constituye una última base de trabajo para poner en marcha la búsqueda de sus verdaderas causas, es decir, el auténtico análisis causa efecto.”<sup>15</sup>

### 3.10.4 Diagrama de Pareto

“Es una metodología que permite ver grado de influencia de unos pocos elementos en el total de los resultados obtenidos. Es notoria su bondad en el sentido de que puede registrar la

<sup>15</sup> Galgano, A. Los siete instrumentos de la calidad total. Ediciones Díaz de Santos pág. 99

influencia de unos cuantos elementos en un gran porcentaje del fenómeno final. Permite destacar la influencia de muchos elementos triviales en la consecuencia de una actividad o falla”<sup>16</sup>.

El diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan distintas clasificaciones de datos en orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas, después de haber reunido los datos para clasificar las causas. De modo que se puedan asignar un orden de prioridades. Este concepto se aplicó a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la “Regla 80/20”. La cual consiste en asumir que en un problema con muchas causas, el 20% de ellas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

#### 3.10.5 Análisis de criticidad

“El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual”<sup>17</sup>.

#### 3.10.6 Análisis ABC

Este método es muy utilizado en la gestión de inventarios, que se basa en la regla (80/20) o ley de Pareto, el cual identifica las características más importantes de varios artículos, y cuales tienen mayor impacto en un valor global. Permite también crear categorías de productos que necesitaran niveles y modos de control distintos.

---

<sup>16</sup> Mora, A. “Mantenimiento, Planeación, ejecución y control. Edición Alfaomega pág. 311

<sup>17</sup> Huerta, R. El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional.  
(<http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>)

## CAPITULO IV

### 4. MARCO METODOLOGICO

#### 4.1 Consideraciones Generales

En este capítulo se explicará la metodología de investigación que fue utilizada para dar cumplimiento a los objetivos planteados y que contempla: el tipo de investigación, diseño, unidad de análisis, variables, población y muestra, la metodología empleada, así como también las técnicas e instrumentos aplicados en la recolección de datos y el manejo de la información.

#### 4.2 Tipo de Investigación

La escogencia del tipo de investigación determinará los pasos a seguir del estudio, sus técnicas y métodos que puedan emplearse en el mismo. En general, determina todo el enfoque de la investigación influyendo en instrumentos, y hasta la manera de cómo se analizan los datos recaudados.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en este Trabajo Especial de Grado, se consideró la investigación descriptiva como la opción que más se ajusta a las necesidades, y fue definida por Arias (2012) como “la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento”<sup>18</sup>. A su vez, Roa expone “Su preocupación radica en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio”<sup>19</sup>. En este trabajo se describirá el estado del mantenimiento en la organización y las incidencias del mismo.

Además, la investigación es de tipo proyecto factible, que es definida por el Manual de la UPEL (2010) como “El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas,

---

<sup>18</sup> Arias, F., “El proyecto de la investigación: Introducción a la metodología científica” Editorial Episteme 6ª Edición, Venezuela (2012). Pág. 24.

<sup>19</sup> Ramón Roa, Guía de metodología para la investigación (2002).

programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.”<sup>20</sup>

Tomando en consideración lo anterior y de acuerdo con la información disponible se plantea una investigación tipo proyecto factible, debido a que está orientada a elaborar soluciones prácticas y viables en respuesta a una necesidad, que a su vez contribuye al inicio de la filosofía de mantenimiento preventivo.

### **4.3 Enfoque de la investigación**

Las investigaciones se pueden realizar bajo dos tipos principales de enfoque, el cualitativo y cuantitativo. Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), de acuerdo con lo que establecen estos autores, se clasifican en tres (3) tipos distintos de enfoque.

El primer enfoque es el cuantitativo, el cual es descrito como “la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”<sup>21</sup>.

El segundo enfoque es el cualitativo, el cual “utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”<sup>22</sup>. Finalmente, se encuentra un enfoque mixto, el cual lo exponen los mismos autores de la siguiente forma: “La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales- para poder responder distintas preguntas de investigación de un planteamiento del problema” (pág. 544).

Conociendo los tipos de enfoques descritos previamente, se plantea que para el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado se utilizará un enfoque mixto, debido a la necesidad de establecer parámetros de ambos caracteres, ya que, en el caso de las encuestas se considera cuantitativo y las entrevistas como cualitativo.

---

<sup>20</sup> Manual UPEL 2010, pág. 13.

<sup>21</sup> Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la investigación” 5ta edición, Editorial Mc Graw Gill, Venezuela (2010). Pág. 4.

<sup>22</sup> Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la investigación” 5ta edición, Editorial Mc Graw Gill, Venezuela (2010). Pág. 7.

#### 4.4 Diseño de la investigación

El diseño de una investigación es definido por Hernández, Fernández y Baptista (2010), como “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación”<sup>23</sup>, y se divide en dos tipos: experimentales y no experimentales. Para este trabajo especial de grado se considera que es de tipo no experimental, ya que no se controlan las variables independientes involucradas.

Dentro de los diseños no experimentales Hernández, Fernández y Baptista (2010) indican, que existe una clasificación que se deriva en diseños no experimentales los cuales son: transversales y longitudinales. Los transversales “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único y su propósito es escribir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”<sup>24</sup>. Mientras que, los longitudinales “Son aquellos que analizan cambios a través del tiempo (en categoría, conceptos, variables o sus relaciones), dentro de alguna población en general, su característica distintiva es que se centra en la población”<sup>25</sup> (pág. 158).

Después de haber descrito lo anterior, para este trabajo se considera que es de tipo no experimental, transversal.

#### 4.5 Unidad de análisis

La unidad de análisis se refiere a las personas, organizaciones, comunidades, eventos, etc., que serán objeto específico de la investigación para la obtención de información.

Con la finalidad de definir la problemática actual en la clínica Herrera Lynch, estableció un proceso de levantamiento de información que involucrara los objetos a los que se le aplicaron las técnicas de recolección de datos, quedando definida la unidad de análisis como:

- Personal:
  - Ing. Juan Carlos Martínez, Gerente General.
  - Francisco Amore, Coordinador de Servicios Generales.
  - Dr. José Miguel González, Director médico.

---

<sup>23</sup> Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la investigación” 5ta edición, Editorial Mc Graw Gill, Venezuela (2010). Pág. 120.

<sup>24</sup> Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la investigación” 5ta edición, Editorial Mc Graw Gill, Venezuela (2010). Pág. 151

<sup>25</sup> Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la investigación” 5ta edición, Editorial Mc Graw Gill, Venezuela (2010). Pág. 158

- Dra. Lidia Mingori, Responsable de la unidad terapia intensiva neonatal.
- Enfermeros, quirófano.
- Técnicos.
- Operadores.
- Equipos:
  - Equipos relacionados con los procesos de atención médica.

#### **4.6 Población**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) se define como “Conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 174). Por lo antes mencionado, se delimitará como población de estudio a los técnicos de mantenimiento, operadores, personal administrativo, personal médico y todas aquellas personas que forman o hacen uso de la clínica, los cuales conforman una población total de 143 personas.

#### **4.7 Muestra**

“La muestra es, en esencia un subgrupo de una población”<sup>26</sup> (Hernández, Fernández y Baptista) (2010) (pág. 175). Teniendo esto claro, la muestra para este trabajo serán veinte (20) personas a las cuales se les realizó el cuestionario, además del personal conformado por tres personas (03) a los que se les practicaron las entrevistas. En definitiva, la muestra para este caso será no probabilística intencionada. Según Roa (2002), “Ya que la elección de los elementos, depende de las causas relacionadas con las características del investigador”<sup>27</sup>, además es intencional porque “escoge sus unidades de manera arbitraria, designando a cada unidad según sus características, que para el investigador resultan de relevancia”<sup>28</sup>.

El total de equipos que conforman la muestra se encuentran en el anexo D-1, que serán el resultado del análisis de criticidad.

---

<sup>26</sup> Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la investigación” 5ta edición, Editorial Mc Graw Gill, Venezuela (2010) pág. 240.

<sup>27</sup> Ramón Roa, Guía de metodología para la investigación (2002) pág. 44.

#### **4.8 Instrumentos y técnicas de recolección**

Una vez definido el diseño de la investigación, su población y la muestra adecuada, es preciso comenzar con la recaudación de información, lo cual implica seleccionar técnicas para ello. Las técnicas seleccionadas para la recolección de datos fueron la observación directa no participante y la entrevista.

#### **4.9 Observación directa**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) “la observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestos” (pág. 428), y puede caracterizarse como participante o no participante. En este caso se utiliza la última mencionada, en la que el observador no interactúa con los sujetos observados.

#### **4.10 Cuestionario de respuesta cerrada.**

Un cuestionario es definido por Arias como “La modalidad de encuesta que se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato en papel contentivo de una serie de preguntas. Se le denomina cuestionario auto administrado porque debe ser llenado por el encuestado sin intervenir el encuestador”<sup>29</sup>. Para este estudio se utilizará un cuestionario de preguntas cerradas, el cual consiste en contestar mediante una serie limitada de alternativas y permite realizar una tabulación donde los resultados sean más concretos y exactos.

#### **4.11 Entrevista no estructurada**

La entrevista es según Arias (2012) “Es una técnica basada en el dialogo y la conversación cara a cara entre el entrevistador y el entrevistado, acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información que requiere”.

En la entrevista no estructurada no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, la misma está orientada por unos objetivos predefinidos, lo que permite definir al entrevistador, obtener la información deseada.

---

<sup>29</sup> Arias F. “El proyecto de investigación Guía para la elaboración.” Editorial Episteme 6ª Edición, Venezuela (2012). Pág. 75

#### **4.12 Validación del instrumento**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010) “la validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que quiere medir”<sup>30</sup>. En este sentido, se utilizará el alfa de Cronbach con el propósito de estimar la fiabilidad de los cuestionarios, es decir, es un procedimiento que sirve para calcular la confiabilidad y validez de los instrumentos a ser utilizados.

#### **4.13 Fases de la investigación**

Las fases de la investigación son los procedimientos en el cual está orientado el desarrollo de esta, y se discriminan de la siguiente forma.

- **Fase 1: Recopilación de la Información**

Esta fase consiste en la consulta de todos los conceptos que conformarán el marco teórico, además sirven como base para la investigación y el diseño del plan de gestión de mantenimiento. En esta etapa se recopila información organizacional de la empresa, así como la información técnica que puede ser obtenida por los manuales del fabricante o los operadores de los equipos que serán objeto de estudio.

- **Fase 2: Trabajo de Campo**

La segunda fase está fundamentada en la elaboración de un cuestionario y distintas entrevistas (no estructuradas), las cuales serán aplicadas a una muestra del personal técnico y médico que trabajan en la clínica. Dichos instrumentos permitirán determinar la gestión actual de mantenimiento en la organización, adicionalmente se hará un reconocimiento de las instalaciones de la institución para luego realizarse un inventario de equipos basados en observación directa.

- **Fase 3: Diagnóstico de la Situación Actual**

En base a la información recabada en la fase anterior, se procederá a realizar un diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento, la cual será realizada haciendo

---

<sup>30</sup> Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la investigación” 5ta edición, Editorial Mc Graw Gill, Venezuela (2010) pág. 201.

uso de un diagrama causa efecto, donde se podrían visualizar los factores que inciden en cada área.

- **Fase 4: Análisis de Datos y Selección de Equipos**

Una vez elaborado el diagnóstico de la situación actual, se analizarán los resultados de la encuesta que sustentan las diez (10) mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial, haciendo uso de tablas explicativas y gráficas, los cuales serán pilares fundamentales en la elaboración del plan de gestión de mantenimiento. Adicionalmente se seleccionarán equipos de acuerdo al resultado arrojado por la matriz de criticidad, donde serán objeto de estudios y contemplados en la realización del plan que se consideren con una mayor criticidad.

- **Fase 5: Elaboración del plan de mantenimiento preventivo**

A partir de la selección de equipos realizado, se procede a describir acciones de mantenimiento tales como rutinas, procedimientos, formatos de control que permitirán la elaboración del plan de gestión de mantenimiento de la Clínica Herrera Lynch y su respectiva programación. También se toma en consideración la mano de obra necesaria, materiales herramientas y los costos asociados a los mismos.

Adicionalmente, se realizarán unos indicadores que permitirán más adelante llevar control de las acciones propuestas previamente, y permitirán a la organización medir la eficiencia del plan a largo plazo. Y para consolidar la propuesta, se procederá a realizar una relación costo-beneficio asociada a la implementación del plan.

- **Fase 6: Conclusiones y recomendaciones**

En esta fase, se encuentran las sugerencias emitidas después del cumplimiento de los objetivos, así como las conclusiones del presente Trabajo Especial de Grado.

#### **4.14 Cuadro de Operacionalización de Variables**

Para poder cumplir con los objetivos de la investigación es necesario definir las variables involucradas en el proceso, esto se logra a partir de la operacionalización de las mismas como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5 Cuadro de Operacionalización de Variables.**

| Variables   | Dimensiones                                 | Indicadores   | Técnicas   |
|---|---|---|--|
| <b>Objetivo específico 1: Caracterizar los equipos que prestan servicio en los procesos de atención médica de la clínica.</b>             |   |   |  |
| Equipos que prestan servicio médico   | Procesos de atención medica de la clínica   | Función<br>Ubicación<br>Características técnicas  | Observación directa<br>Inventario técnico<br>Fichas técnicas<br>Códigos Funcionales.                                       |
| <b>Objetivo específico 2: Valorar la criticidad de los equipos que prestan servicio en los procesos de atención médica de la clínica.</b> |   |   |  |
| Criticidad de los equipos   | Relevancia en el proceso de atención medica | Servicio médico<br>Salud del paciente<br>Costo de reposición<br>Salud de personal<br>Nivel del mantenimiento<br>Impacto al Medio ambiente | Entrevistas<br>Matriz de criticidad<br>Análisis ABC  |
| <b>Objetivo específico 3: Determinar las acciones que aseguren el funcionamiento de los equipos con mayor criticidad.</b>                 |   |   |  |
| Acciones Propuestas   | Desempeño del departamento                  | Planificación<br>Determinación de actividades<br>Procedimientos<br>Formatos de control y Registro de actividades                          | Documentación<br>Análisis cuantitativo interpretativo.<br>Diagramas de flujo<br>Hojas de inspección<br>Formatos de Rutinas |
| <b>Objetivo específico 4: Diseñar los controles que aseguren la implementación de las acciones propuestas.</b>                            |   |   |  |
| Controles Propuestos  | Asegurar las acciones propuestas            | Indicadores de gestión<br>Programación de actividades   | Expresiones cuantitativas<br>Cronograma de actividades.  |
| <b>Objetivo específico 5: Analizar la relación costo beneficio de las acciones propuestas.</b>  |   |   |  |
| Relación Costo-Beneficio  | Acciones propuestas.                        | Costos por mano de obra<br>Costos por materiales y repuestos.<br>Costos Actual de mantenimiento   | Cuadro comparativo entre costo plan propuesto y costos actuales  |

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO V

### 5. Análisis e interpretación de la situación actual

En este capítulo se describe de forma general la situación actual de mantenimiento de la Clínica Herrera Lynch.

#### 5.1 Procedimiento actual de mantenimiento

La dirección de servicios generales es la encargada de preservar las instalaciones de la organización, para brindar un servicio de calidad y ofrecer confort a los pacientes y usuarios.

Actualmente, en la clínica no existe un departamento de mantenimiento, en vez de esto, la carga de trabajo es realizada por el departamento de Servicios Generales, que se encarga de que los equipos e instalaciones de la clínica se encuentren operativos y en buenas condiciones. Esto se logra fundamentalmente a través de contratistas y personal de mantenimiento que labora en la clínica.

El departamento de Servicios Generales está conformado por cuatro (4) técnicos de mantenimiento que trabajan en la clínica, los cuales tienen como función principal realizar tareas básicas tales como pintura, plomería, reemplazo de bombillos, entre otras, así como solventar las fallas o averías que presente algún equipo cuya mantenibilidad sea relativamente sencilla, ya que no poseen una capacitación técnica que les permita resolver un falla más compleja. Si el desperfecto no puede ser reparado por los técnicos de la clínica, se procede a contactar a un técnico especializado de alguna de las contratistas para que se resuelva la situación.

El reporte de las fallas es un proceso del cual se encargan los técnicos y operadores de los equipos de la clínica, según sea el caso. Estos equipos pueden ser que presten servicios a las distintas áreas como un compresor o, equipos especializados como por ejemplo, la máquina de anestesia en alguno de los quirófanos. Se entiende por operadores, a las distintas personas que hacen uso de los artefactos, tales como médicos, enfermeros o personal que labora en las áreas donde se encuentren equipos electro-médicos. El proceso comienza cuando llega la notificación al departamento de servicios generales, el cual procede a evaluar si la falla puede ser resuelta con recursos propios, de lo contrario proceden a contactar a alguno de los contratistas para que se envíe un técnico especializado.

En la figura 7 se puede observar un diagrama de flujo el cual describe el proceso de atención que aplica la clínica al momento de presentarse una falla en alguno de los equipos.



**Figura 7 Diagrama de flujo del proceso de atención de fallas actual**

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Responsables de las operaciones de mantenimiento

La organización cuenta con un máximo responsable de Servicios Generales, un ingeniero que es la persona encargada de la supervisión, evaluación y adquisición de nuevos contratos de las empresas que prestan servicios de mantenimiento en la clínica, atender las distintas situaciones o eventualidades que puedan ocurrir respecto al mantenimiento dentro de la organización, así como aprobaciones, cotizaciones de los materiales y repuestos.

Las tareas de mantenimiento son realizadas por los técnicos de la organización, solo de algunos equipos cuyo mantenimiento se realiza de manera sencilla, así como de atender las averías en plomería, pintura y fallas menores; sin embargo, estos técnicos poseen conocimientos básicos de algunos equipos atendidos por las contratistas y son capaces de realizar refacciones menores o temporales para no tener que contactar a la empresa o poner en marcha el equipo mientras se espera al técnico especializado.

Las reparaciones de los equipos especializados son realizadas por diferentes contratistas, cuando se presenta una avería, el coordinador de servicios generales se encarga de contactar a la respectiva empresa, para que la misma envíe al personal indicado.

Debido a lo que se describe anteriormente, la clínica cuenta con una serie de contratistas los cuales se encargan del mantenimiento correctivo a los equipos.

En la tabla 6 se muestra, una lista con las áreas de servicio de la clínica y los respectivos contratistas.

**Tabla 6 Lista de contratistas**

| Área                                     | Contratista           |
|--|-----------------------|
| Rayos x                                  | Meditron C.A          |
| Quirófano                                | Med-mac import C.A    |
| Unidad de cuidados intensivos neonatales | Med-mac import C.A    |
| Planta Eléctrica                         | Proyecto K21 C.A      |
| Ascensores                               | Grony C.A             |
| Camas clínicas                           | Ingeniero Abello SRL. |
| Aire acondicionados                      | Sistema Sojac C.A     |

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Valoración del mantenimiento mediante cuestionario

Con la evaluación a través de un cuestionario, se logra determinar la situación actual con respecto al mantenimiento de la clínica, está fundamentada en las diez (10) mejores prácticas que sustentan el mantenimiento de clase mundial, la cual está estructurada en las siguientes áreas:

1. Organización basada en equipos
2. Contratistas orientados a la productividad.
3. Integración con proveedores de materiales y servicios
4. Apoyo y visión general
5. Planificación y programación activa.
6. Mejoramiento continuo.
7. Gestión disciplinada de procura de materiales.
8. Integración de procesos y sistemas.
9. Paradas del sistema
10. Producción basada en productividad.

Dicho cuestionario comprende treinta (30) preguntas, es decir tres (3) por cada una de las diez (10) mejores prácticas. De este modo, debe existir el mismo número de preguntas por área, para que se pueda realizar su posterior validación.

Las preguntas del cuestionario fueron diseñadas con la finalidad de medir el desempeño de la gestión de mantenimiento actual. Por lo tanto, la valoración del cuestionario está orientada de mayor a menor siendo el número cinco (5) la máxima puntuación posible, lo cual se traduciría en una excelente apreciación de la gestión. Del mismo modo sucede con el valor uno (1), siendo esta la peor puntuación y mostrando una mala apreciación.

Para la realización del cuestionario, se tomó una muestra compuesta por veinte (20) personas que involucran a técnicos de mantenimiento, el director de servicios generales, médico encargado de UTIN, enfermeras de distintas áreas, entre otros. El formato y los resultados del cuestionario, se encuentran en los anexos B-1 y B-2 respectivamente.

#### 5.4 Validación del cuestionario

Después de haber aplicado el cuestionario se debe validar que tan confiable son sus resultados. Para esto se hizo uso de la herramienta del Coeficiente de Cronbach, el cual está fundamentado en la varianza de las respuestas y permite conocer si el resultado es descartado o es confiable para ser utilizado en el caso de estudio.

El coeficiente obtenido en la evaluación presenta un valor de 84,96%, y se encuentra en la estala de confiabilidad de Cronbach entre aceptado y elevado, lo cual indica que los resultados obtenidos son confiables para la investigación.

Para observar los distintos cálculos involucrados en la obtención de este coeficiente ver el Anexo B-3.

#### 5.5 Análisis de los resultados del cuestionario

En la figura 8 se muestra la escala de valoración que mide el resultado promedio de las respuestas obtenidas.

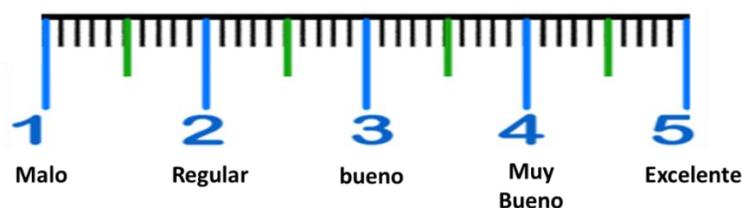


Figura 8 Escala de valoración del cuestionario

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7, se muestran los rangos de valores utilizados para el diagnóstico.

**Tabla 7 Rango de valores**

| <b>Rango de valores</b> |  |
|-------------------------|--|
| 1.00 – 1.49             | Se debe tomar una decisión, que debe estar enmarcada en la reingeniería de toda la gerencia de mantenimiento, es decir empezar de cero   |
| 1.50 – 2.49             | Existen defectos pronunciados en la organización. Problemas de comunicación. Se debe decidir entre empezar de cero y reformular con fuerza la gerencia correspondiente   |
| 2.50 – 3.49             | Se deben observar con detalle reporte de fallas, accidentes, costos, entre otras, y compararlos con empresas similares, para ser más competitivos. Se debe decidir en seguir con la misma situación o pasar a la fase de mejoras |
| 3.50 – 4.49             | Se debe seguir con la metodología vigente y retroalimentar la información, para buscar la excelencia. Analizar los costos en que se incurren   |
| 4.50 – 5.00             | Metodología correcta que se debe mantener. Análisis de costos constantes   |

Fuente: Elaboración propia

Para visualizar los resultados de los cuestionarios aplicados, se presentan los promedios resultantes por cada área de evaluación, las cuales se pueden observar en la tabla 8.

**Tabla 8 Resumen de resultados de la aplicación del cuestionario**

| Área a evaluar  | Resultado promedio (1 - 5) |
|---|----------------------------|
| Organización basada en equipo.                        | 3,43                       |
| Contratistas orientados a la productividad.           | 2,85                       |
| Integración con proveedores de materiales y servicios | 3,12                       |
| Apoyo y visión gerencial.                             | 2,95                       |
| Planificación y programación proactiva.               | 2,43                       |
| Mejoramiento continuo.                                | 2,38                       |
| Gestión disciplinada de procura de materiales.        | 2,20                       |
| Integración de procesos y sistemas.                   | 2,63                       |
| Paradas del sistema.                                  | 2,82                       |
| Producción basada en la confiabilidad.                | 2,72                       |
| <b>Resultado</b>                                      | <b>2,75</b>                |

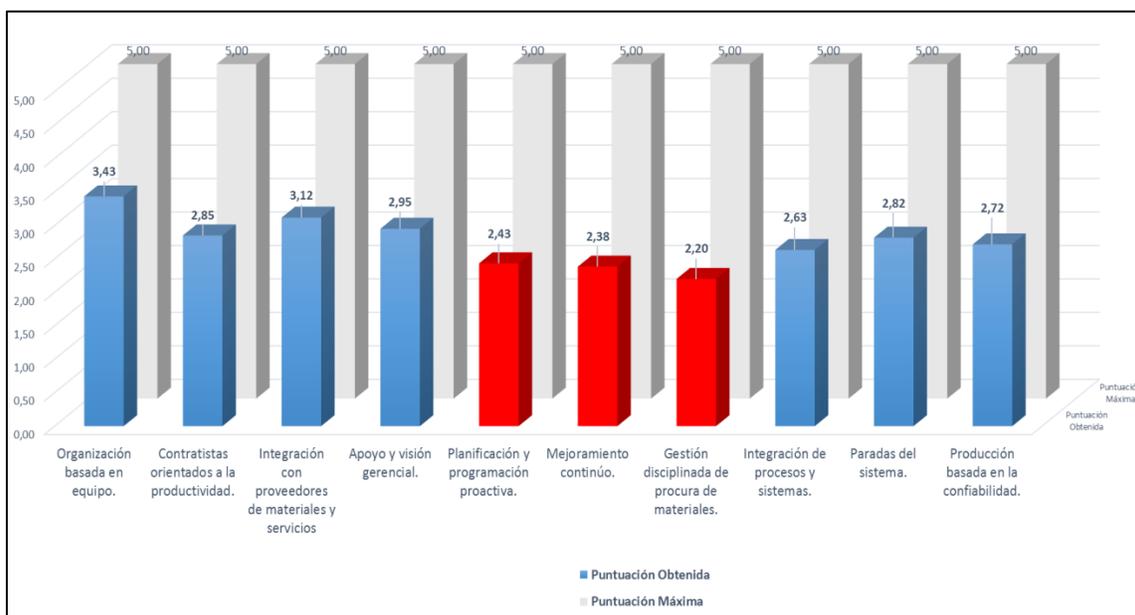
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 8, se puede observar que el promedio de las medias de cada área en cuestión fue de 2.75, lo que significa que la gestión de mantenimiento actual se encuentra en un estado donde se debe pasar a una fase de mejora pronunciada, para lo cual se requiere atacar los tres (3) valores más bajos, que están por debajo de 2.50 puntos de la escala. Por esta razón, se discriminarán dichas áreas, identificando las causas que las están ocasionando y así reformular con fuerza la gerencia correspondiente. De esta forma se conseguirá elevar el promedio global de la organización y eventualmente conseguir la fase de mejora.

De acuerdo con los resultados del cuestionario, se pudo determinar las tres (3) áreas con la más baja puntuación, en las cuales se hará énfasis y se discutirán a continuación, son las siguientes:

- Planificación y programación activa, con un valor promedio de 2.43.
- Mejoramiento continuo, con un valor de 2.38.
- Gestión disciplinada de procura de materiales 2.20.

En el gráfico 1 se muestran la media de los resultados obtenidos en cada área, así como la puntuación máxima obtenible. De esta forma se puede apreciar claramente, la diferencia entre las puntuaciones obtenidas respecto a la máxima.



**Gráfica 1 Puntuación obtenida vs máxima.**

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 2 muestra un gráfico de araña, el cual representa otra perspectiva de comparación con la puntuación máxima obtenible, mostrando los valores que más se acercan al centro como los de mayor incidencia en el desempeño deficiente del mantenimiento en la organización.



**Gráfica 2 Diagrama de Malla de resultados basado en la tabla 6**

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber analizado la gráfica 1 y gráfica 2, se puede observar que la mayor puntuación es obtenida por las áreas uno (1) y tres (3), que corresponden a organización basada en equipo con una media de 3.43 e integración con proveedores de materiales y servicios con una media de 3.12. Esto es consecuencia de que actualmente la clínica ha invertido grandes esfuerzos y recursos en mejorar la situación de Mantenimiento en la organización, sin embargo hace falta realizar muchas mejoras en la mayoría de las áreas operativas.

Al observar los resultados, una de las tres (3) áreas con menor puntuación corresponde a la planificación y programación proactiva con un promedio de 2.43, como se sabe, se deben planificar las actividades a corto, mediano y largo plazo tratando de aumentar la eficiencia en la gestión del mantenimiento de los equipos e instalaciones con el involucramiento de todos los actores de los diferentes departamentos, en este sentido, la clínica no posee una planificación detallada de las actividades de las semanas durante todo el año, además de no estar definidos los días específicos para realizar las actividades de mantenimiento rutinario, al mismo tiempo de no tener ningún tipo de documentos que permitan llevar a cabo la organización de las actividades y

no tener la posibilidad de recolectar información que sirva como base de futuros análisis que se deseen realizar. Tampoco posee una programación de actividades de mantenimiento preventivo, dado que solo se realizan actividades del tipo correctivo excluyendo el caso de los equipos en el área de lavandería.

Respecto al mejoramiento continuo, es un área en la cual se está empezando a invertir recursos y tuvo un valor promedio 2.38. Entre el período de agosto 2014 – agosto 2015 se han hecho dos (2) contrataciones de técnicos de mantenimientos para poder cumplir con la carga de trabajo. Sin embargo, la organización no tiene ningún programa de capacitación o adiestramiento para los nuevos empleados en esta área, por lo contrario solo lo contratan por la experiencia previa que los mismos puedan tener. No cuenta con un plan de incentivos orientado a los objetivos del departamentos para aumentar la productividad o crecer como empleados dentro de esta misma área, lo cual tiene como consecuencia la desmotivación de los técnicos de mantenimiento ante la falta de interés de la organización, aunque, si bien la clínica ha hecho esfuerzo en establecer un orden, no se ha encargado de que los empleados estén dotados con las herramientas necesarias para el cumplimiento de sus labores ni el equipo de seguridad necesario.

En el caso de gestión de procura de materiales se obtuvo un valor promedio de 2.20, lo cual tiene sentido, debido a que el departamento de servicios generales carece de un ente responsable que se encargue de llevar una gestión de compras apropiada. Actualmente, la responsabilidad recae sobre uno de los técnicos de mantenimiento, el cual de manera informal revisa que es necesario y en ese momento procede a comprarlo, de forma que no se llevan registro de elementos comprados, ni información de cuales materiales son más usados o requeridos.

Si bien es cierto, que existe un lugar donde los materiales son almacenados, los mismos no se encuentran en una zona apta ni adecuada para el uso, es decir, es un área de depósito general utilizado para este fin. Además, los materiales que ahí se encuentran no están organizados ni etiquetados de ninguna manera.

Cuando se analiza la documentación en las distintas labores correspondientes a las actividades de mantenimiento, se puede observar carencia en ella, como por ejemplo, el hecho de que no se posea registros de fallas de los equipos lo cual impide que se pueda saber cuáles son las fallas más frecuentes y poder tomar acciones al respecto, así como hoja de vida de los equipos, ocasionando una gran dependencia de las empresas contratistas. Al mismo tiempo, no

existe ningún formato de para ordenes de trabajo, informe de trabajo realizado y hojas de inspecciones rutinarias. Es importante destacar que existe la ausencia de manuales y catálogos en la mayoría de los equipos, solo la unidad de Rayos X cuenta con sus respectivos manuales, lo cual también aleja la posibilidad que los técnicos de mantenimiento de la clínica puedan usarlos como referencia para resolver algún inconveniente mientras llegan los técnicos especializados de las contratistas.

La Clínica Herrera Lynch tiene dentro de sus instalaciones una serie de equipos que no le pertenecen, por lo que la organización no se encarga del mantenimiento de los mismos, tal es el caso de los gases medicinales en general, equipos de laboratorios, banco de sangre, cafetín y los equipos de radiología.

### **5.6 Diagrama Causa-Efecto o Diagrama Ishikawa**

En la figura 9 se muestra un diagrama causa efecto, en el cual se puede evidenciar los porcentajes de incidencia de las causas que generan el mal desempeño de la gestión de mantenimiento en la clínica. Estos porcentajes se determinaron a través de un juicio de valor, el cual permitió conocer de forma desagregada los porcentajes de cada subcausa con respecto al global.

Para determinar los porcentajes de las causas, se realizó una entrevista a las personas encuestadas previamente, la misma mostraba las razones que ocasionaban el mal desempeño de la gestión de mantenimiento. Dichas personas procedieron a escoger según su criterio cuales de los problemas presentados eran las que más incidían en cada causa.

Las respuestas se muestran en el anexo C-1.

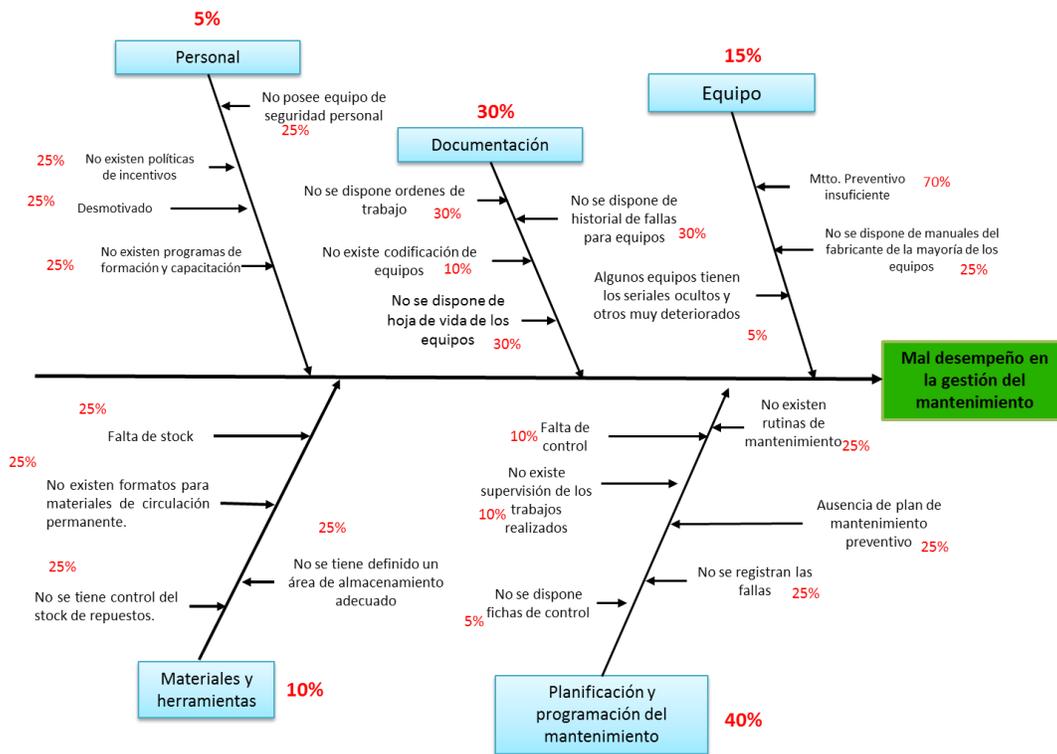
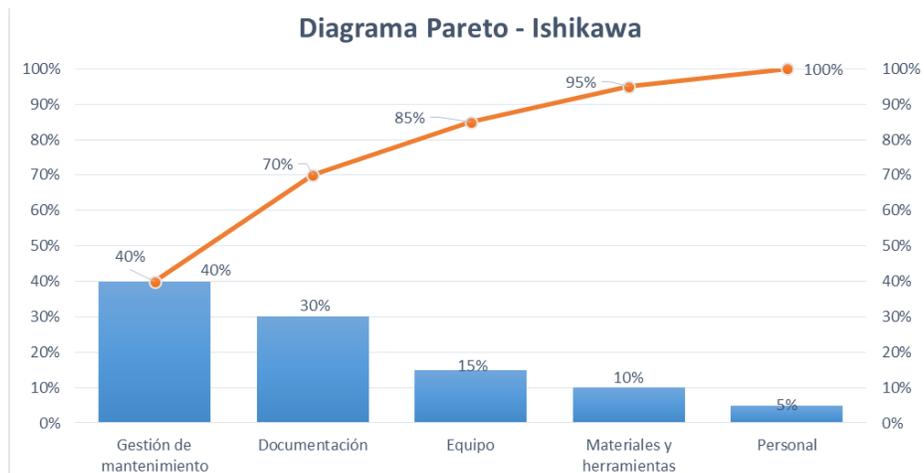


Figura 9 Diagrama Causa efecto

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3 se muestra un diagrama de Pareto, el cual se utilizó para establecer un orden de prioridades en las causas de la mala gestión, en donde se puede apreciar las causas de forma descendente, las cuales se deben atacar para solucionar el problema principal, Es decir el 80% de los problemas de la gestión viene dado por el 20% de los problemas que lo generan.



Grafica 3 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO VI

### 6. Diseño del plan de gestión de mantenimiento

Para diseñar y desarrollar el plan de gestión de mantenimiento es necesario conocer y organizar la información de los equipos pertinentes al objeto de estudio para que se permita desarrollarlos eficientemente.

#### 6.1 Zonificación

Para una mejor organización en los equipos de la clínica (objeto de estudio), es necesario conocer la distribución física de los equipos a los cuales van a ser destinados los planes de mantenimiento diseñados. Esto permite tener una visión espacial de la ubicación física y codificar según el área cada uno de ellos.

En las figuras 10, 11, 12 se muestran los equipos objeto de estudio los cuales intervienen en el proceso de atención médica de la clínica por cada piso del edificio.

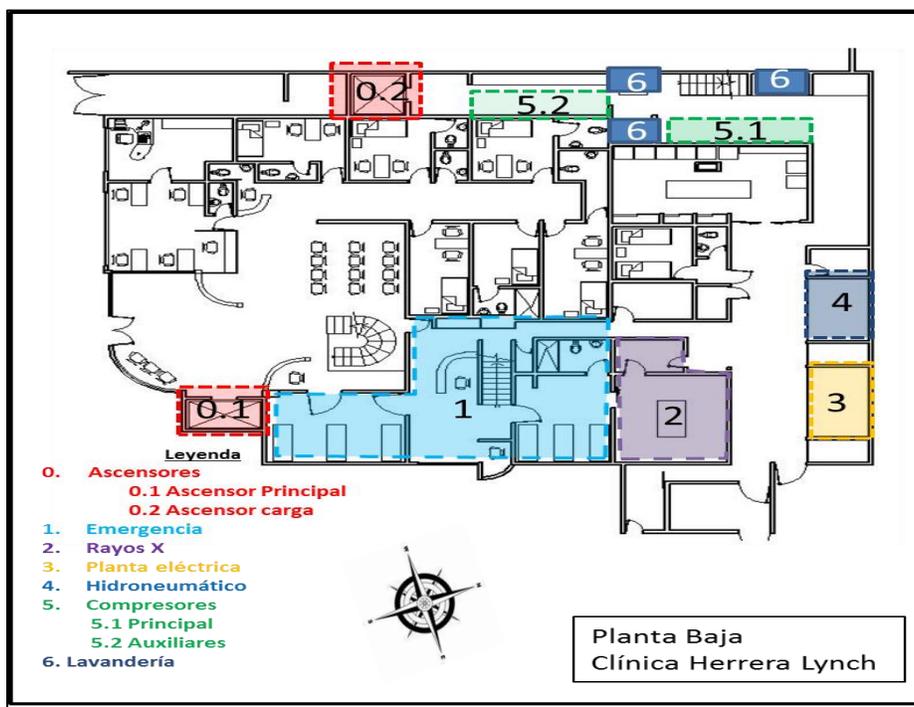


Figura 10 Plano esquemático de planta baja

Fuente: Elaboración propia

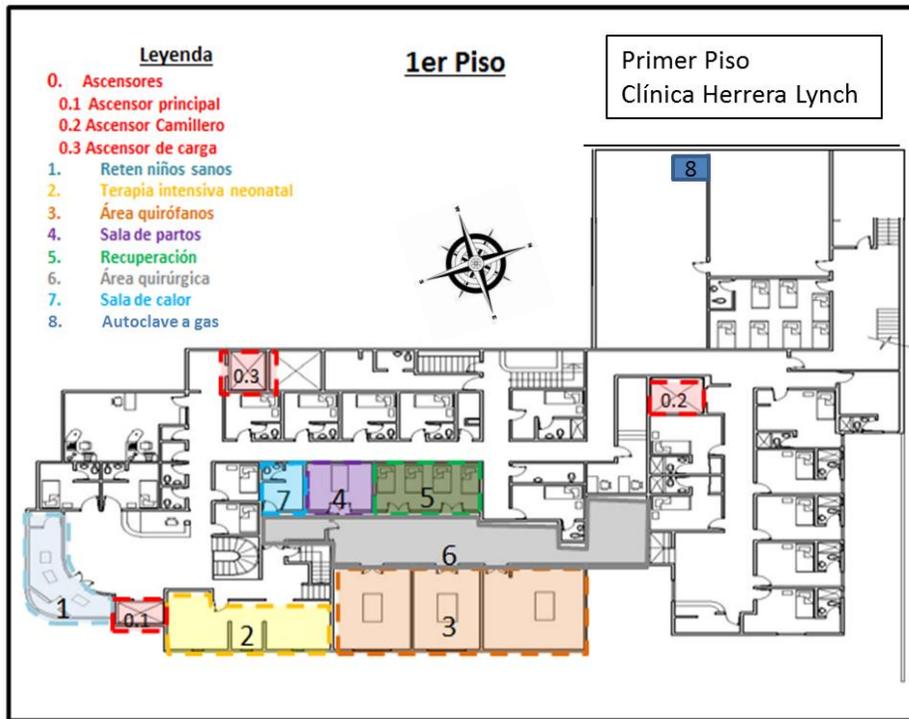


Figura 11 Plano esquemático de primer piso

Fuente: Elaboración propia

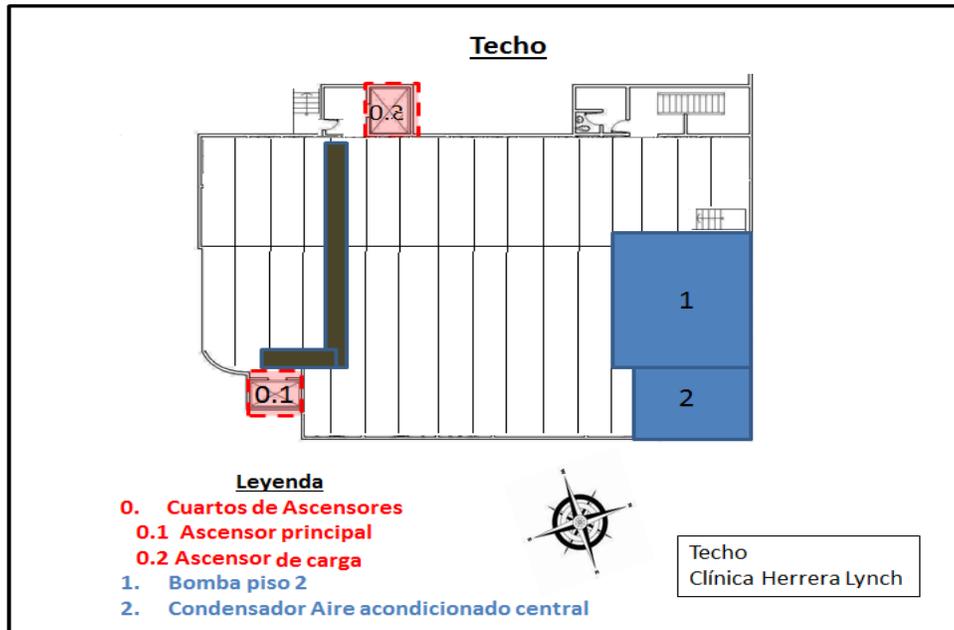


Figura 12 Plano esquemático de primer techo

Fuente: Elaboración propia

## **6.2 Inventario de Equipos**

Una vez definidas las áreas de estudio, se procedió a elaborar un inventario de los equipos que intervienen en los procesos de atención médica, el cual utiliza la información que fue recolectada en distintos recorridos que se hicieron en las áreas e instalaciones de la clínica. Mediante una observación directa se pudieron ubicar y obtener los datos técnicos de cada equipo a través de las placas que proporciona el fabricante.

Es necesario señalar que no se tiene cierta información de algunos equipos, esto debido al deterioro que presentan las placas, lo cual imposibilita su lectura. También es el caso de equipos como el ascensor de carga, del cual no se pudo obtener información ya que se pintó por completo la zona donde se encontraba la placa. Es importante destacar que, en distintas oportunidades no se pudieron obtener los seriales de los equipos debido a la restricción para manipular los mismos, bien sea porque en el lugar había un paciente o estaba por atenderse a uno, como por ejemplo, la unidad de terapia intensiva neonatal (UTIN), a la cual solo se pudo ingresar en una sola oportunidad y manipular una sola unidad de las 6 existentes.

El inventario de estos equipos está ubicado en el anexo D-1.

## **6.3 Codificación de equipos**

Para continuar desarrollando el plan de mantenimiento, es necesario establecer códigos funcionales para los equipos, esto representa una acción fundamental para la aplicación de planes de mantenimiento, ya que consiste en la asignación de caracteres alfanuméricos, los cuales permiten al personal, conocer de manera sencilla la ubicación exacta, área, el equipo pertinente, número de equipo del lote y número de módulos que este contiene, creando la posibilidad de la automatización computarizada para futuros desarrollos de este plan.

Antes de diseñar el código de cada equipo se muestra la leyenda utilizada para cada área, piso y equipo específico.

La tabla 9 muestra los códigos establecidos para identificar las áreas en las que se encuentran los equipos.

**Tabla 9 Código establecido para las áreas específicas**

| Área                     | Código |
|--------------------------|--------|
| Ascensor principal       | AP     |
| Ascensor Carga           | AC     |
| Emergencia               | EM     |
| Rayos X                  | RX     |
| Planta eléctrica         | PE     |
| Hidroneumático           | HN     |
| Compresores              | CP     |
| Lavandería               | LV     |
| Retén                    | RN     |
| UTIN                     | UT     |
| Quirófanos               | QF     |
| Recuperación             | RC     |
| Área Quirúrgica          | AQ     |
| Sala de calor            | SC     |
| Faena                    | FN     |
| Habitación tipo estándar | HE     |
| Habitación tipo suite    | HS     |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 indica los códigos establecidos para el nivel de la clínica donde se encuentren los equipos.

**Tabla 10 Código establecido para el piso de la clínica**

| Número de piso | Código |
|----------------|--------|
| Planta Baja    | PB     |
| Piso 1         | P1     |
| Piso 2         | P2     |
| Techo          | TO     |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se muestra cada equipo y su código respectivo.

**Tabla 11 Código establecido para cada equipo**

| Equipo                           | Código |
|----------------------------------|--------|
| Ascensor de carga                | AC     |
| Ascensor Principal               | AP     |
| Camilla                          | CN     |
| Camilla móvil                    | CM     |
| Silla de ruedas                  | SR     |
| Otoscopio oftalmoscopio de pared | OC     |
| Tensiómetro de mercurio          | TM     |
| Regulador de succión (vacuum)    | RS     |
| Monitor fetal                    | MF     |
| Desfibrilador                    | DF     |
| Aire acondicionado Split         | AA     |
| Unidad de rayos x                | RX     |
| Aire acondicionado Split         | AA     |
| Impresora de radiografías        | IR     |
| Planta eléctrica                 | PE     |
| Bomba de agua PB                 | BW     |
| Tanque de presión                | TP     |
| Bomba de agua piso 2             | BW     |
| Compresor de aire(succión)       | CS     |
| Compresor de aire                | CA     |
| Lavadora industrial              | LI     |
| Secadora Industrial              | SI     |
| Incubadora de infantes           | IF     |
| Cuna Clínica para recién nacido. | CB     |
| Aire acondicionado               | AA     |
| Aire acondicionado Split         | AA     |
| Incubadora radiante neonatal     | IN     |
| Bomba de infusión alta dosis     | BI     |
| Bomba de infusión baja dosis     | BL     |
| Ventilador                       | VL     |
| Monitor                          | MN     |
| Lámpara cialítica                | LC     |
| Electrocauterio                  | EC     |
| Máquina de anestesia             | MA     |
| Mesa quirúrgica                  | CQ     |
| Monitor multi-parámetro          | MM     |
| Oxímetro                         | OX     |
| Aire acondicionado central       | AC     |
| Monitor multi-parámetro          | MM     |
| Lavamanos quirúrgico             | WH     |
| Cuna de transporte bebe          | CU     |
| Incubadora radiante neonatal     | BH     |
| Mesa de reanimación neonatal     | IN     |
| Esterilizadores                  | WT     |
| Sistema de Tratamiento de Agua   | WT     |
| Autoclave a gas                  | AC     |
| Cama clínica Estandar            | BE     |
| Cama Clínica suite               | BS     |

Fuente: Elaboración propia

La Codificación de los equipos está compuesta por cinco (5) categorías, las cuales se describen a continuación:

- **Área:** Se refiere al lugar donde se encuentra ubicado el equipo en la clínica, este está representado por (2) letras que hacen mención a la zona en cuestión.
- **Número de piso:** Es la representación de la planta donde se encuentra ubicado el equipo, dicha representación es alfanumérica.
- **Equipo:** Nomenclatura correspondiente a cada equipo objeto de estudio perteneciente a la clínica Herrera Lynch, la misma está representada por dos letras.
- **Número de equipo:** Estos dígitos (2) junto con el resto de la codificación permitirá conocer con exactitud cuál es el equipo en cuestión en el área referenciada.
- **Número de módulo:** Indica la cantidad de módulos que conforman equipo, si es uno solo se designa como 00 ó si está constituido por varios módulos se designará desde el 01 siendo n el número de módulos por los cuales está conformado el equipo.

Para ejemplificar como está estructurado lo antes expuesto, se muestra en la figura 13 el código diseñado.

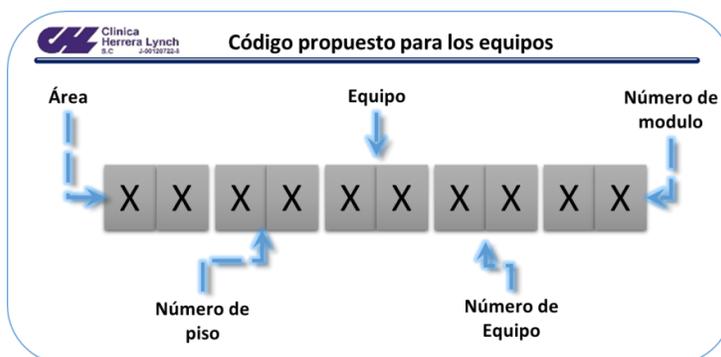


Figura 13 Estructura de Códigos de los equipos

Fuente: Elaboración propia

Para tener una idea más clara de cómo se implementará el código, se muestran los pasos a seguir en su lectura para un equipo que posee una unidad (Incubadora neonatal) y uno que posee varias unidades llamadas modulares (Aire acondicionado).

Para el equipo incubadora el código se lee de la siguiente manera:

- **RN:** Equipo en el área reten.
- **P1:** Está ubicada en el piso 1 de la clínica.
- **IF:** Es la incubadora de infantes.
- **05:** La máquina número 5.
- **00:** Posee un solo modulo.

En la figura 14 se indica el código funcional correspondiente

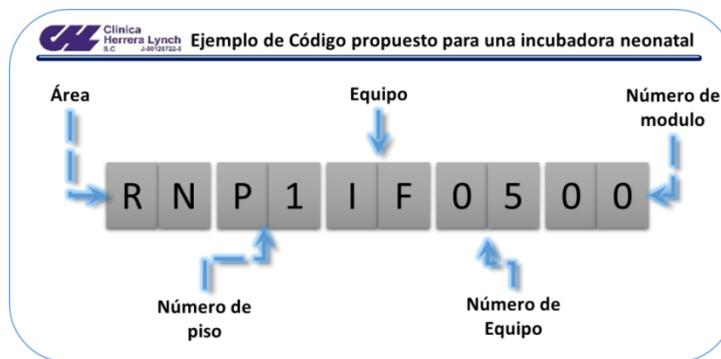


Figura 14 Ejemplo de código funcional para una incubadora neonatal.

Fuente: Elaboración propia

Para el equipo aire acondicionado el código se lee de la siguiente manera:

- **UT:** Se encuentra en la unidad de terapia intensiva neonatal (UTIN).
- **P1:** Ubicada en el piso 1 de la clínica.
- **AA:** Se refiere a un aire acondicionado,
- **02:** Es equipo el número dos (2) del total de equipos con las mismas características.
- **02:** Está compuesto por dos (2) módulos, consola (evaporador) (01) y compresor (02). El equipo tendrá 2 etiquetas.

En la figura 15 se indica el código funcional correspondiente

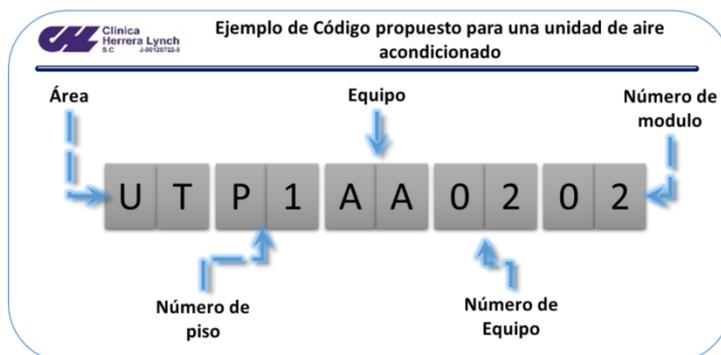


Figura 15 Ejemplo de código funcional para un Aire acondicionado.

Fuente: Elaboración propia

Los códigos de los equipos que prestan servicio de atención médica se encuentran en el anexo D-1.

#### 6.4 Ficha técnica de los equipos

La realización de fichas técnicas tiene como objetivo recabar toda la información técnica que suministra el fabricante, ubicadas en las placas y/o catálogos de los equipos, de manera que se pueda tener por separado y de fácil visualización la información más importante en caso de que sea necesaria.

Las fichas técnicas se les realizarán a equipos que resulten del análisis de criticidad, y se pueden encontrar en el anexo E.

#### 6.5 Análisis de criticidad

La criticidad es la importancia relativa que tienen los equipos dentro de la organización, dicho esto, se necesita establecer un nivel jerárquico para poder apreciar su importancia. Esto se hace con el fin de evaluar cuales equipos son vitales para la continuidad operativa de la clínica.

##### 6.5.1 Criterios para la matriz de criticidad

Para realizar una matriz de criticidad es necesario definir pautas o criterios que permitan clasificar los equipos según como este afecte a las distintas áreas, cuando se presenta una falla.

Las áreas contempladas para esta evaluación son las siguientes:

- Seguridad y salud
- Impacto al medio ambiente
- Salud del paciente
- Servicio medico
- Mantenimiento

En la tabla 12 se muestra en detalle los niveles de riesgos definidos por área de impacto establecida.

Tabla 12 Niveles de riesgo por área

| Matriz de criticidad              |   |  |   |
|-----------------------------------|---|--|---|
| Causas de Parada No planificadas. |   |  |   |
| Área de Impacto                   | 3   | 2  | 1   |
|                                   | Riesgo Alto   | Riesgo Medio   | Riesgo Bajo   |
| Seguridad y Salud (S&S)           | Alto riesgo de vida al personal   | Riesgo de vida significativo del personal  | No existe riesgo ni de salud ni de daños personales al personal   |
|                                   | Daños graves en la salud del personal                                     |  |   |
|                                   | Grandes efectos tóxicos   | Daños menores por efectos tóxicos  |   |
| Medio Ambiente (MA)               | Nivel de desperdicios elevados  | Nivel de desperdicios moderado   | No existe niveles de desperdicios que tengan un impacto ambiental |
| Salud del Paciente (SP)           | No se puede atender al paciente   | Retraso mediano en la atención del paciente  | No existe riesgo en la atención al paciente.                      |
|                                   | Exceso de tiempo en la atención de atención al paciente                   |  |   |
| Servicio Médico (SM)              | Parada en todo el proceso   | Parada en una parte del proceso  | Sin efectos.  |
| Mantenimiento (Mtto)              | Mantenimiento debe ser hecho inmediatamente después de detectada la falla | Mantenimiento que debe ser realizado a la brevedad posible, preferiblemente sin pasar 24 horas | Mantenimiento que puede ser postergado por algunos días           |

Fuente: Elaboración propia

Es importante destacar que este análisis fue realizado en conjunto con director médico de la clínica Dr. José Miguel González, además de distintos responsables de las áreas médicas tales como UTIN y Quirófano, para poder tener una evaluación profesional y acertada respecto a los equipos en las distintas áreas.

Para poder ejecutar el análisis descrito anteriormente, fue necesario establecer tres niveles, los cuales determinen la importancia que el equipo tiene en el proceso médico al momento de alguna parada no planificada. Para definir la cantidad de equipos por el nivel categórico, se estableció un rango de valores que fue determinado a partir del número mínimo y máximo que un equipo puede obtener al estudiar su impacto en cada área.

En la tabla 13 se muestran los rangos de valores que fueron utilizados para la determinar la criticidad.

Tabla 13 Niveles de criticidad

| Criticidad  | Rango de valores |
|---|------------------|
| <b>Nivel I:</b> Equipo absolutamente necesario para la continuidad de los procesos de atención medica | 12 < total < 15  |
| <b>Nivel II:</b> Necesario para el normal funcionamiento de la clínica                                | 8 < total < 11   |
| <b>Nivel III:</b> No esencial para los procesos de atención medica                                    | 5 < total < 7    |

Fuente: Elaboración propia

Para establecer los rangos de valores, se planteó un sistema de puntuación, según los niveles de riesgo, es decir, los equipos que tengan el más alto riesgo en cada área obtendrán tres (3) puntos, los equipos con riesgo medio se obtendrán dos (2) puntos, finalmente los que representen menor riesgo obtendrán un (1) punto. Cada uno de estos equipos obtendrá una calificación distinta según el área de impacto que está siendo evaluada, de esta forma se obtendrá una puntuación total por todas las áreas de impacto. Los equipos que obtengan una puntuación entre 5 y 7 serán considerados de nivel III es decir, no esencial para los procesos de atención médica. Los equipos que obtengan una puntuación entre 8 y 11 serán considerados de nivel II es decir, son necesarios para el normal funcionamiento de la clínica, y por último los equipos que obtengan una puntuación entre 12 y 15 serán considerados de nivel I, es decir, un equipo absolutamente necesario para la continuidad de los procesos de atención médica.

Para ejemplificar el sistema de puntuación detallado anteriormente, se toma el caso de la cama clínica, la cual se le asignó una puntuación de 2 en todas las áreas teniendo un total de 10 puntos entrando así en el nivel II.

Este análisis fue aplicado a todos los equipos que fueron inventariados anteriormente, el resultado se muestra en el anexo F-1.

Para poder explicar los criterios que se utilizaron para la asignación de puntos, se presentan varias situaciones a continuación; en el caso de las Maquinas de Anestesia, se cuenta con una de las mismas en cada quirófano, a pesar de que no es necesario en cada intervención que se realiza, dado que la mayoría son partos y se utiliza anestesia epidural, siempre debe estar

presente en el quirófano y en buenas condiciones, aparte de ser poco viable la movilización de un quirófano a otro.

Las bombas de infusión son equipos de suministro de medicamentos y se encuentran en Unidad de Terapia Intensiva Neonatal (UTIN), se podría pensar que deben ser criticidad I, sin embargo, existen 2 tipos (alta y baja dosis) por cada estación. En muchas ocasiones el paciente solo es trasladado a UTIN para observación, y no son necesarios dichas bombas, además de ser fácilmente trasladado de una estación a otra, por lo tanto su mantenimiento podría realizarse en un rango preferiblemente sin exceder las 24 horas, por otro lado, los monitores son indispensables ya que el hecho que el paciente se encuentre ahí significa que debe ser monitoreado, lo cual es la función principal de este equipo, por esta razón el monitor es criticidad nivel I y las bombas de infusión son criticidad nivel II.

Para finalizar la ejemplificación, se explica el caso de las lavadoras y secadoras industriales quedan con criticidad 3, ya que existe material desechable que se puede utilizar en caso de que las mismas dejen de operar y no ponen en riesgo la vida del paciente, no se ve afectado el servicio médico por la paralización de la misma.

## **6.6 Análisis ABC**

Para poder complementar el análisis anterior, se realizó un estudio basado en los costos de los equipos y la criticidad obtenida en la primera matriz.

A continuación se procedió a elaborar un cuadro donde se puede apreciar una combinación de ambos criterios. Es importante destacar que en el análisis de los costos, se clasifican los equipos por el valor del activo y se combinan con la criticidad determinada previamente.

Se clasificaron en tres tipos según sus costos: tipo A, con valores del equipo que superan 3.000.001,00 BsF; tipo B con valores del equipo que varían entre 3.000.000,00 y 200.001,00 BsF; y por último los no costosos o tipo C, cuyos valores son menores a 200.000,00 BsF.<sup>31</sup>

En la tabla 14 se expresa la matriz donde se evalúan la criticidad y los costos de los equipos de la Clínica Herrera Lynch.

---

<sup>31</sup> Datos suministrados por la gerencia de la Clínica Herrera Lynch.

**Tabla 14 Matriz de combinación de criterios**

|                              |   | Críticidad |    |     |
|------------------------------|---|------------|----|-----|
|                              |   | I          | II | III |
| Clasificación por sus costos | A | 1          | 1  | 2   |
|                              | B | 1          | 2  | 3   |
|                              | C | 3          | 3  | 3   |

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo F-2 Se encuentra la lista de precios de los equipos para el análisis anterior.

En la tabla 15 se muestran los equipos que dieron como resultado de la combinación de criterios, obteniendo así los equipos que serán objeto de estudio.

**Tabla 15 Equipos críticos resultantes**

| Equipos Críticos             |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Unidad de Rayos X            | Unidad Electrocauterio     |
| Planta Eléctrica             | Máquina de Anestesia       |
| Compresores                  | Monitor Multi-parámetro    |
| Incubadora de Infantes       | Oxímetro                   |
| Mesa de Reanimación Neonatal | Mesa Quirúrgica            |
| Desfibrilador                | Aire Acondicionado Central |
| Lámpara Cialítica            | Ventilador Medico          |

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la evaluación de todos los equipos se puede observar en el anexo F-3.

### **6.7 Rutinas de mantenimiento preventivo para los equipos con criticidad**

Las rutinas de mantenimiento son formatos que nos permiten visualizar las actividades que hay que realizar a cada equipo. Dichas actividades están acompañada de la frecuencia con las que deben realizarse, además en este documento se encontrara las herramientas y materiales necesarios para llevarse a cabo. La información que poseen están fundamentas en manuales de fabricante y opiniones de expertos.

Las rutinas de mantenimiento forman parte fundamental en el proceso de planificación y programación en la gestión del mantenimiento. Estos documentos están estructurados de la siguiente manera.

- Nombre del equipo: objeto de estudio.
- Actividad a realizar: acciones respectivas a tomar en el equipo.
- Frecuencia: cada cuanto tiempo se realizarán las actividades en el equipo.
- Materiales y Repuestos: herramientas e insumos necesarios para la actividad.

Las rutinas de mantenimiento se encuentran en los manuales de los fabricantes, donde vienen acompañados de sugerencias y observaciones, sin embargo, la organización no cuenta con dichos documentos, a excepción de la máquina de Rayos X. Por consiguiente las actividades que se muestran en las rutinas en el presente trabajo, fueron suministradas por opiniones de expertos, manuales de equipos similares o documentos de instituciones hospitalarias que refieren actividades de mantenimiento preventivo general para un equipo que cumpla una función en particular.

La totalidad de las rutinas de mantenimiento preventivo para equipos con criticidad 1 se encuentran en el anexo G

## **6.8 Procedimiento Operativo Estándar (POE)**

Una vez descritas las actividades de mantenimiento preventivo para los equipos críticos, es necesario la elaboración de los procedimientos operativos, que son formatos o documentos que involucran los pasos que deben realizarse para el cumplimiento de las actividades recomendadas por el fabricante para el mantenimiento preventivo de los diferentes equipos, así como las herramientas, materiales y repuestos necesarios para llevarlo a cabo.

Con estos procedimientos se persigue estandarizar las actividades de mantenimiento, con el fin de obtener mejores resultados. Los procedimientos operativos estándar de cada equipo se encuentran en el anexo H

## **6.9 Codificación de las actividades de mantenimiento preventivo**

Para codificar las actividades se propuso adicionarle cuatro (4) dígitos al código del equipo, el cual consiste en dos (2) caracteres para el tipo de actividad y dos (2) caracteres para la

frecuencia de esta, el código definitivo será utilizado para identificar el Procedimiento operativo estándar (POE) y su estructura se muestra en la figura 16.

### Tipo de actividad

- **IN:** Inspección
- **CF:** Cambio de fluidos
- **CP:** Cambio de piezas
- **LP:** Lubricación
- **LZ:** Limpieza.
- **AJ:** Ajuste.
- **CA:** Calibración.

### Frecuencia

Para cada uno de los equipos se determinó cada cuanto tiempo se realizarán actividades de mantenimiento preventivo, estas actividades fueron obtenidas de los manuales de mantenimiento que especifican los fabricantes y/u opiniones de expertos en el área de mantenimiento.

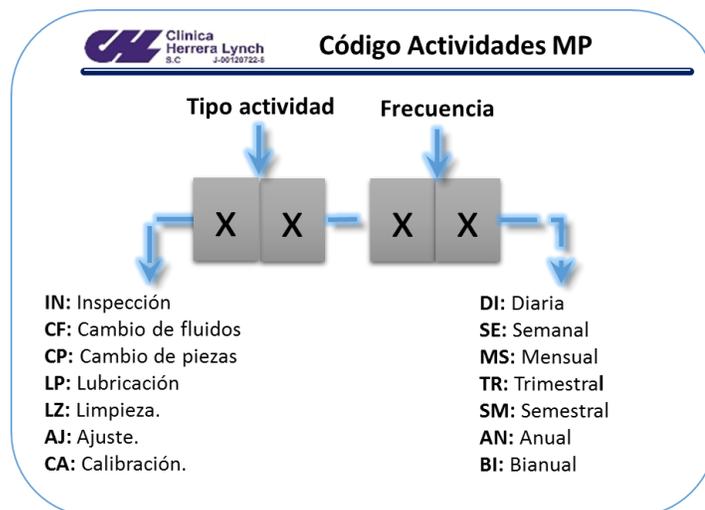


Figura 16 Código propuesto para actividades de mantenimiento preventivas

Fuente: Elaboración propia

## **6.10 Formatos de control**

Para llevar un seguimiento y control del mantenimiento realizado a los equipos, es indispensable el uso de formatos que ayuden a registrar las actividades relacionadas con ellos. Por lo tanto, se diseñaron formatos tales como orden de trabajo, informe de trabajo realizado, hoja de vida, registro de fallas, que permitirán al departamento de mantenimiento organizar de manera eficiente la información referida a cada equipo.

### **6.10.1 Orden de trabajo**

Es una planilla diseñada con la intención de recabar información sobre los datos necesarios para la realización de mantenimiento preventivo y/o correctivo que se le va a realizar a un equipo, el cual se especifica dentro del documento.

El formato de orden de trabajo para la CHL. Tiene las siguientes características como se muestra en el anexo I-1

### **6.10.2 Hoja de inspección**

Es un formato en el cual se encuentran las actividades diarias de los equipos, en los cuales se registra y se asegura del funcionamiento de los mismos, y mediante el cual el departamento verifica que el técnico realice el trabajo.

El formato de las hojas de inspección se encuentra en el anexo I-2

### **6.10.3 Hoja de vida de equipos.**

Las Hojas de Vida garantizarán un adecuado inventario de los diferentes equipos, sirven para registrar las fallas, mantenimientos aplicados, recambio de piezas, entre otras, para así llevar un registro de todas las actividades referentes a un equipo en determinado. En el anexo I-3 se muestra el modelo de hoja de vida propuesto.

### **6.10.4 Informe de trabajo realizado (ITR)**

El informe de trabajo realizado es un documento el cual permite al departamento llevar un registro de las actividades realizadas para el mantenimiento preventivo de los equipos, proporciona un control de quien efectúa cada actividad y cuánto tiempo emplea, y así medir la eficiencia de los procesos de mantenimiento, es decir, es un medio de retroalimentación entre quien realiza la actividad y la gerencia.

Por medio de este formato, el técnico es capaz de indicar al gerente o supervisor la existencia de alguna falla que no quedo solventada con la actividad realizada. De esta forma puede informar mediante una observación, la ausencia de alguna herramienta necesaria para la ejecución de la actividad o cualquier otra observación que crea pertinente.

El reporte permite tener un registro de las herramientas y materiales que efectivamente son necesarias para así, controlar el abastecimiento y apoyar en caso de que sea necesario una herramienta o material adicional.

Se puede observar el modelo de ITR en el anexo I-4.

#### 6.10.5 Hoja de registro de fallas

Este formato permite llevar un registro de las fallas más repetidas en cada equipo con sus detalles, lo que genera una base de datos para la elaboración de estadísticas de falla y para la toma de decisiones al momento de destinar los recursos cuando se presenten fallas en dos o más equipos en un mismo momento.

El formato para el registro de falla se puede observar en el anexo I-5.

#### 6.10.6 Formato de Solicitud de servicio

La solicitud de servicio es un formato que se hace por escrito y permite exponer las fallas, defectos técnicos o desperfectos de cualquier tipo en un equipo perteneciente a la clínica, para que el mismo sea reparado. En este caso, el documento sera dirigido a la empresa contratista que se encargara de enviar un técnico especializado o retirar el equipo según sea el caso.

El formato para el registro de falla se puede observar en el anexo I-6.

### **6.11 Flujo de información**

A continuación se muestran diagramas de flujo, en el cual se describe la ruta que debe seguir el departamento para la aplicación del plan de mantenimiento propuesto y el proceso de utilización de los formatos de control creados. Esto garantizará el proceso, haciéndolo cada vez más rápido y permitirá llevar registros de fallas que a su vez conducirán a prevenirlas o bien atacarlas en el momento que se presenten, de esta manera, resolverlas rápidamente impidiendo que afecten el desenvolvimiento de los procesos de atención a pacientes.

No obstante, la planificación no impide que se presenten fallos o desperfectos que deben ser corregidas de forma inmediata y que también deben ser registradas y controladas, es por esto que se ha dividido en dos fases. Las actividades Preventivas y las correctivas.

### 6.11.1 Proceso de mantenimiento preventivo.

En la figura 17 se muestra un diagrama de flujo, de cómo se debe realizar el mantenimiento preventivo. Este incluye las actividades de cada uno de los responsables que intervienen en el proceso y como se relacionan entre ellos para lograr un mismo objetivo.

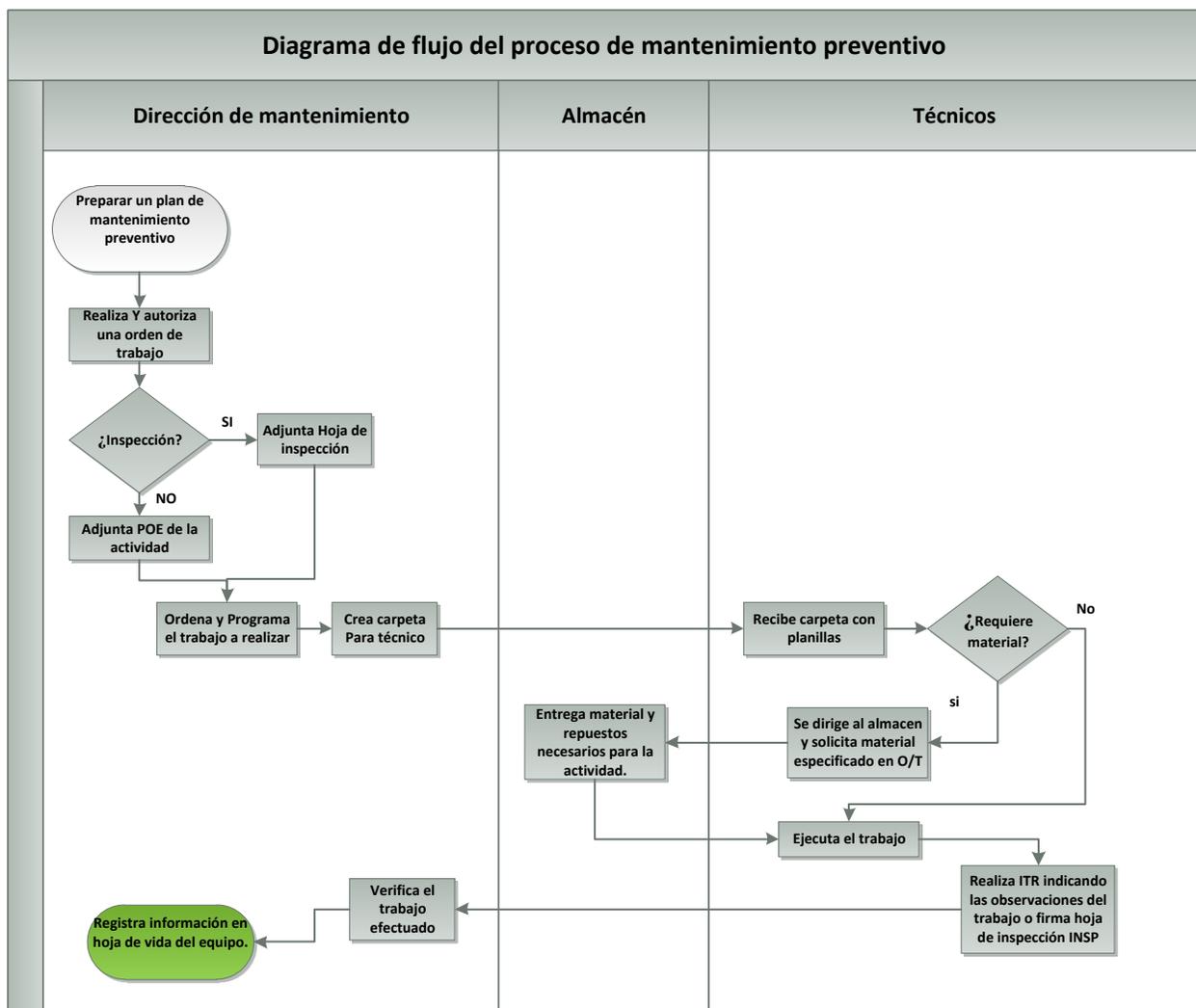


Figura 17 Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento preventivo propuesto

Fuente: Elaboración Propia

#### Procedimiento de actividades de mantenimiento preventivo:

1. El jefe de mantenimiento elabora un plan de mantenimiento preventivo para cada equipo.
2. Prepara la O/T orden de trabajo con la información necesaria.
3. Si es un trabajo de inspección, se asigna hoja de inspección del equipo. Si no, se asigna POE de la actividad.
4. Ordena carpeta de trabajo de mantenimiento con procedimiento operativo estándar a realizar u hoja de inspección.
5. Si se requiere material, el operador se dirige al almacén de repuestos, si no se requiere material el técnico se dirige a ejecutar el trabajo.
6. Una vez culminado el trabajo, procede a realizar el ITR o en su defecto llenar la hoja de inspección del equipo indicando observaciones.
7. El técnico entrega carpeta al departamento y este verifica que el trabajo se haya realizado como se especifica en el ITR.
8. La dirección del mantenimiento registra todos los trabajos realizados en la hoja de vida de cada equipo.

#### 6.11.2 Proceso de mantenimiento correctivo

En la figura 18 se muestra un diagrama de flujo acerca de cómo se debe realizar el mantenimiento correctivo, este incluye las actividades de cada uno de los responsables que intervienen en el proceso y como se relacionan entre ellos.

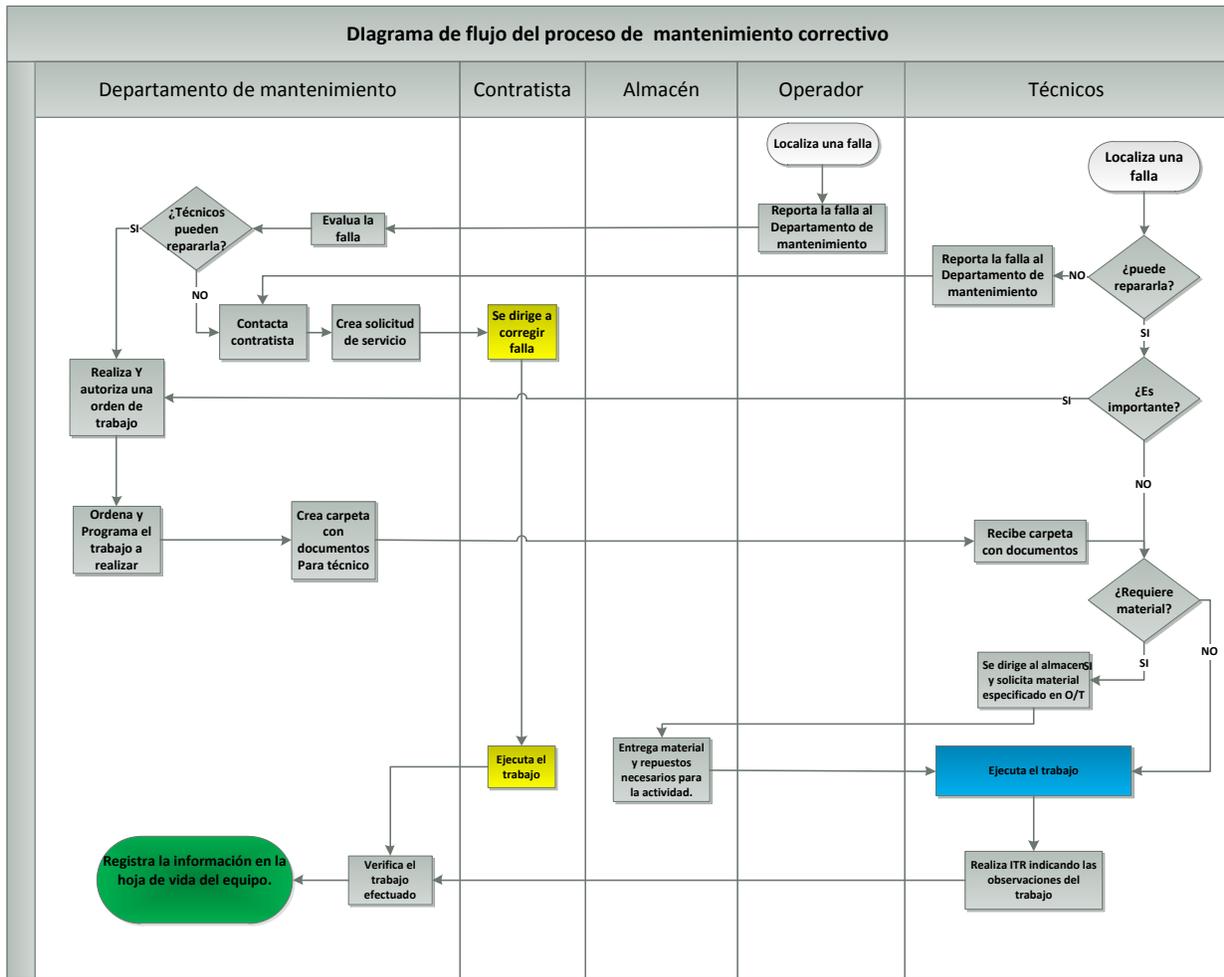


Figura 18 Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento correctivo propuesto

Fuente: Elaboración propia

### Procedimiento de actividades de mantenimiento correctivo

El operador del equipo localiza una falla

1. Reporta la falla al departamento de mantenimiento.
2. El jefe de mantenimiento evalúa si la falla puede ser solventada por los técnicos de la organización.
3. Si los puede ser resuelta por los técnicos de la organización.
  - 3.1. Prepara la O/T orden de trabajo con la información necesaria.
  - 3.2. Se asigna una copia del POE a realizar.

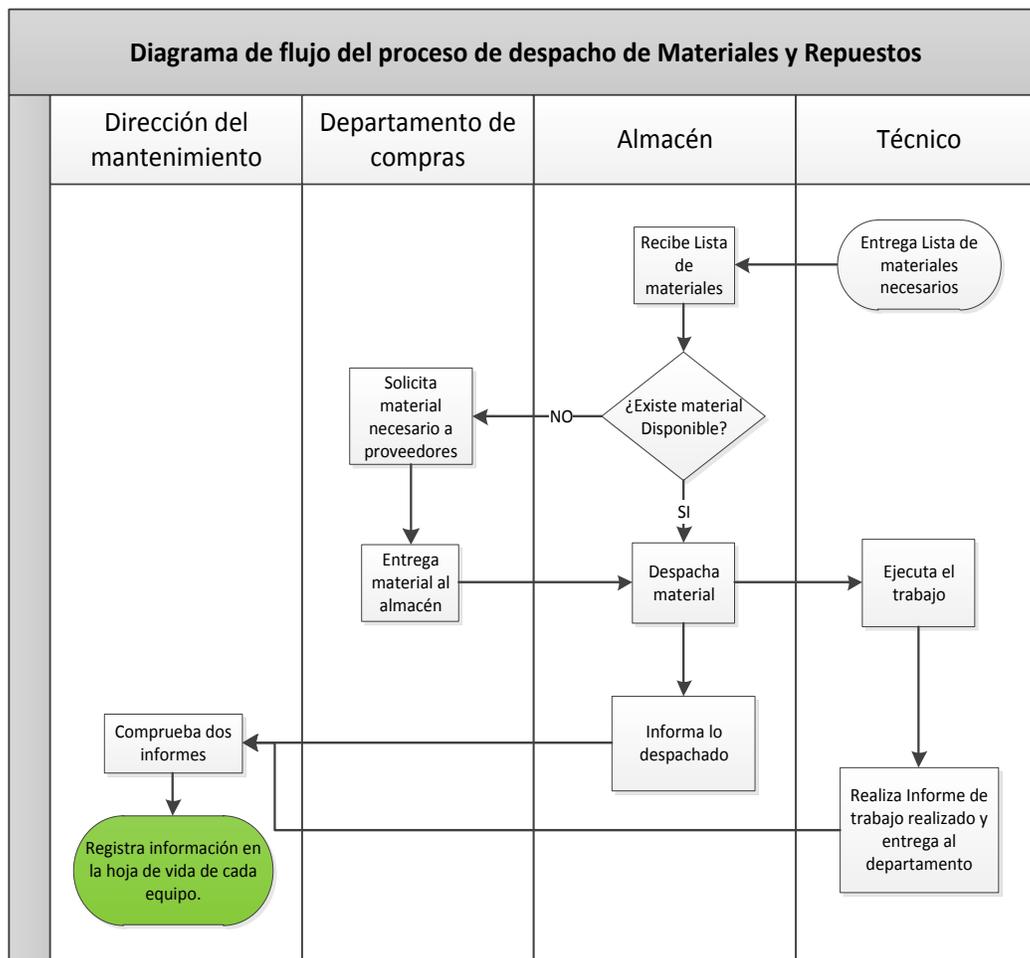
- 3.3. Prepara carpeta de trabajo del trabajador, donde se asignará el trabajo de mantenimiento y se le anexa una copia del procedimiento operativo estándar a realizar.
- 3.4. Si se requiere material, el operador se dirige al almacén de repuestos, si no se requiere material el técnico se dirige a ejecutar el trabajo.
- 3.5. Una vez culminado el trabajo, procede a realizar el ITR o en su defecto llenar la hoja de inspección del equipo indicando observaciones sobre el equipo.
- 3.6. El técnico entrega carpeta al departamento.
4. Si no pueden resolver la falla la dirección del mantenimiento contacta a la empresa contratista.
  - 4.1. Crea solicitud de servicio y la envía a empresa contratista.
  - 4.2. Técnicos contratados se dirigen a corregir la falla.
  - 4.3. Realizan el trabajo.
  - 4.4. Entregan ITR a la dirección de mantenimiento.
5. Departamento verifica el trabajo realizado.
6. La dirección del mantenimiento registra todos los trabajos realizados en la hoja de vida de cada equipo.

El técnico detecta una falla

2. Si puede repararla.
  - 2.1 Si es importante, reporta la falla a la dirección de mantenimiento mediante una orden de servicio para que este realice el proceso de orden de trabajo y registro de fallas.
  - 2.2 Si no es importante, sigue el paso 3.4.

### 6.11.3 Proceso de Despacho de repuestos y materiales

En la figura 19 se muestra un diagrama de flujo en el cual se describe el proceso de despacho de materiales y repuestos para el mantenimiento, en muchas ocasiones cuando se trata de una reparación por mantenimiento correctivo, los repuestos necesarios no se encuentran existentes, por lo cual el almacén debe trabajar en conjunto con el departamento de compras de la clínica, para así obtener el repuesto o material necesario.



**Figura 19 Diagrama de flujo del proceso de despacho de materiales y repuestos**

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento del proceso de despacho de materiales y repuestos:

1. El técnico recibe O.T. del trabajo a realizar y verifica si necesita materiales.
2. Se dirige al almacén.
3. El personal del almacén recibe la lista de materiales y repuestos.
4. Verifica si existe disponibilidad de los materiales y repuestos.

No existe:

4.1. Envía solicitud de materiales al departamento de compras.

4.1.1. Departamento de compras solicita material a proveedores.

4.1.2. Entrega material al almacén.

4.2. Si existe el material pasa el 5.

5. Despacha material al técnico y a su vez informa al departamento de mantenimiento lo despachado.
6. Ejecuta el trabajo.
7. Realiza Informe de trabajo realizado.
8. Entrega a la dirección del mantenimiento.
9. El planificador del mantenimiento registra información en la hoja de vida de cada equipo.

### 6.12 Programación Anual de las actividades de mantenimiento Preventivo

Una vez conocido todo el proceso del mantenimiento preventivo, se procedió a establecer de manera esquematizada las actividades que se deben realizar para ejecutar el plan. Además, es necesaria la elaboración de un documento que contenga las rutinas integradas de cada equipo electromecánico y electro médico. Para ello fue diseñado mediante la herramienta Excel un cronograma mensual, el cual muestra cada equipo y que actividad debe realizarse en una fecha determinada con una frecuencia establecida.

Para la comprensión de este cronograma se elaboró una leyenda, la cual muestra que color se asignó para cada frecuencia determinada. La leyenda se muestra en la tabla 16

**Tabla 16 Leyenda de frecuencias**

| Frecuencia Actividades |                     |
|------------------------|---------------------|
|                        | No laborable        |
|                        |                     |
|                        | Semanal             |
|                        | 2 veces a la semana |
|                        |                     |
|                        | Mensual             |
|                        |                     |
|                        | Bimensual           |
|                        |                     |
|                        | Trimestral          |
|                        |                     |
|                        | Semestral           |
|                        |                     |
|                        | Anual               |

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, se realizaron unas tablas que contienen las actividades de los equipos según la frecuencia en que se deben realizar. Estas tablas se muestran en el Anexo J

En el anexo K se encuentra el cronograma de actividades, donde se reflejan todas las actividades programadas para un año completo, excluyendo las actividades de rutinas diarias, ya que esta solaparía con actividades de otras frecuencias.

### 6.13 Indicadores de gestión

Por medio de los indicadores es posible registrar y entender el comportamiento de la gestión de mantenimiento, así como detectar, en donde se encuentran las mayores fallas y aciertos del trabajo realizado. Todo esto con el fin de aproximarse cada vez más a las frecuencias ideales de ejecución de las actividades, contar solo con la mano de obra necesaria, disminuir las paradas por fallas y en general, todos los aspectos referentes a la planificación.

#### 6.13.1 Cumplimiento de órdenes de trabajo:

$$\text{Cumplimiento de OT} = \frac{\text{O.T. completadas}}{\text{O.T programadas}} \quad (1)$$

La aplicación de este indicador permite evaluar la capacidad de respuesta de una orden de trabajo. Se debe establecer inicialmente un valor del 80% como mínimo, si no debe volver a re planificar las actividades, ya que se debe cumplir con el programa establecido en el mantenimiento de los equipos.

#### 6.13.2 Repetición de falla

$$\text{RF} = \frac{\text{Número de fallas repetidas}}{\text{total de fallas}} \quad (2)$$

La repetición de fallas debe ser nula, no existe la posibilidad que las actividades deban ser ejecutadas más de una vez, por lo que el único valor permitido para este indicador es cero.

#### 6.13.3 Paradas causadas por mantenimiento preventivo deficiente.

$$\text{PPM} = \frac{\text{Número de paradas por incumplimiento del mantenimiento}}{\text{Paradas totales}} \quad (3)$$

Este indicador permite conocer cuántas paradas tuvieron lugar de manera innecesaria, ya que las actividades de mantenimiento preventivo fueron insuficientes o las actividades programadas no fueron ejecutadas dentro de las fechas previstas, lo que originó una avería. Este indicador debe tener un valor menor 10%, ya que se debe cumplir con el plan de la manera más eficiente.

#### 6.13.4 Índice de avería por área de servicio

$$IAPAS = \frac{\text{Número de OT emitidas por emergencia por área}}{\text{número de OT emitidas por emergencia.}} \quad (4)$$

La información arrojada por este indicador, permitirá obtener un porcentaje de cuales áreas están presentando más fallas por emergencia, de manera que se puedan tomar las acciones pertinentes en el área que de mayor porcentaje.

#### 6.13.5 Tiempo medio de resolución de una O/T

$$TMOT = \frac{\text{Número de OT resueltas}}{\text{Nº de horas dedicadas al mantenimiento}} \quad (5)$$

Este indicador permite conocer el tiempo medio en que se están resolviendo las órdenes de trabajo, reconociendo así el tiempo real del mantenimiento, generando la posibilidad de encontrar oportunidades de mejora. El porcentaje entre el tiempo real y el propuesto no debe exceder del 15%.

#### 6.13.6 Índice correctivo

$$IC = \frac{\text{Horas dedicadas al mantenimiento correctivo}}{\text{Horas dedicadas al mantenimiento}} \quad (6)$$

Este indicador muestra la relación sobre las horas dedicadas al mantenimiento correctivo con respecto al total de mantenimiento, dando una mejor idea acerca si el plan de mantenimiento preventivo se está cumpliendo a cabalidad.

Este índice no debe ser mayor al 20%, ya que un porcentaje mayor al antes mencionado demostraría deficiencias en la gestión de mantenimiento.

La información y porcentajes descritos previamente en este investigación, fueron consultados y discutido con expertos en el área de mantenimiento, de manera de obtener una perspectiva más acertada para una buena gestión.

### 6.14 Cálculo del recurso humano en Horas Hombres disponibles

Para la planificación de las actividades de mantenimiento preventivo es necesario conocer las horas disponibles anuales por cada trabajador, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos por la ley, tales como un máximo de 8 horas de trabajo diarias y 15 días de

vacaciones. Se debe resaltar que, se tiene contemplado un absentismo estimado por la gerencia de 2% y un aproximado de tiempo de 1 hora diaria, lo que equivaldría a un 12,5% diario; en ese sentido se muestra a continuación los cálculos de las horas hombre disponibles.

En la tabla 17 se especifica el cálculo efectuado para la obtención de las horas hombre disponible.

**Tabla 17 Cálculo de las Horas-Hombres Anuales por Trabajador**

| <b>Cálculo de las Horas-Hombres Anuales por Trabajador</b>                           |   |
|--|---|
| <b>Horas operativas</b>  |   |
| Horas Totales  | $\text{Horas totales al año por técnico} = \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{5 \text{ días}}{1 \text{ semana}} \times \frac{52 \text{ semanas}}{1 \text{ año}} = 2080 \text{ horas/año}$ |
| <b>Horas no operativas</b>   |   |
| Vacaciones   | $\text{Vacaciones} = \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times \frac{15 \text{ días}}{1 \text{ año}} = 120 \text{ horas/año}$  |
| Absentismo   | $\text{Horas por absentismo} = 0,02 \times 2080 \text{ horas/año} = 42 \text{ horas/año}$   |
| Horas por ocio   | $\text{Horas por ocio} = 0,125 \times 2080 \text{ horas/año} = 260 \text{ horas/año}$   |
| <b>Cálculo</b>   |   |
| $\text{Horas Hombre disponibles} = 2080 - (120 + 42 + 260) = 1658 \text{ horas/año}$ |   |
| <b>Total de Horas – Hombre disponible al año</b>                                     | <b>1658 horas/año</b>   |

Fuente: Elaboración propia

### 6.15 Cálculo de Horas Hombre necesarias para la ejecución de las actividades

El cálculo de las horas hombre por actividad permite estimar las cantidades de trabajadores necesarios para el cumplimiento del mantenimiento preventivo. Se calcula dentro de un rango de tiempo anual para esta aplicación, teniendo en cuenta la duración y frecuencias de las actividades. En la tabla 18 se calcula la cantidad mínima necesaria de empleados según el área en que se encuentra enmarcado los cálculos.

En el Anexo L se muestran cada una de las actividades, pudiéndose apreciar en detalle su duración y frecuencia, obteniendo así el total de H-H necesarias para realizar las respectivas actividades en el lapso de un año. También, se muestra a continuación una tabla resumen donde se puede observar las H-H necesarias para cumplir actividades, las H-H disponibles por empleados y la cantidad necesaria de empleados necesarios para cumplir con las H-H descritas.

**Tabla 18 Relación Horas Hombre vs Técnicos necesarios**

| Área              | H-H Necesarias para cumplir las actividades | H-H disponible por un (1) empleado por año | Cantidad mínima de empleado necesarios para cumplir las labores | Total (H-H) |
|-------------------|---|--|---|-------------|
| Electro medicina  | 867,17                                      | 1658,00                                    | 1   | 1658,00     |
| Electro Mecánicos | 1879,92                                     |  | 2   | 3316,00     |
| Total             | 2747,08                                     |  | 3   | 4974,00     |

Fuente: Elaboración propia

A fin de conocer cuánto debe ser la inversión inicial para la implementación del plan de mantenimiento, se procedió a calcular el costo de la mano de obra basado en el número de empleados resultante, según el estudio de actividades previas. En la tabla 19 se detalla el cálculo del costo de la mano de obra para cada empleado.

**Tabla 19 Costo de la mano de obra necesaria**

| CALCULO COSTO DE MANO DE OBRA   |                         |                 |              |                 |                       |                 |
|---------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| Descripción                     | Técnico Electromecánico |                 | Planificador |                 | Técnico Electromédico |                 |
| Sueldo Mensual                  | Bs.F.                   | 14.000,00       | Bs.F.        | 30.000,00       | Bs.F.                 | 18.000,00       |
| Utilidades                      | Bs.F.                   | 1.166,67        | Bs.F.        | 2.500,00        | Bs.F.                 | 1.500,00        |
| Prestaciones Sociales           | Bs.F.                   | 2.527,78        | Bs.F.        | 5.416,67        | Bs.F.                 | 3.250,00        |
| Vacaciones                      | Bs.F.                   | 7.000,00        | Bs.F.        | 15.000,00       | Bs.F.                 | 9.000,00        |
| Bono Vacacional                 | Bs.F.                   | 311,11          | Bs.F.        | 666,67          | Bs.F.                 | 400,00          |
| Seguro Social                   | Bs.F.                   | 516,92          | Bs.F.        | 1.107,69        | Bs.F.                 | 664,62          |
| Ley de Política Habitacional    | Bs.F.                   | 140,00          | Bs.F.        | 300,00          | Bs.F.                 | 180,00          |
| Paro Forzoso                    | Bs.F.                   | 70,00           | Bs.F.        | 150,00          | Bs.F.                 | 90,00           |
| Cantidad de Empleados           | 2                       | Bs.F. 51.464,96 | 1            | Bs.F. 55.141,03 | 1                     | Bs.F. 33.084,62 |
| Subtotal Mensual                | Bs.F.                   | 51.464,96       | Bs.F.        | 55.141,03       | Bs.F.                 | 33.084,62       |
| Subtotal Anual                  | Bs.F.                   | 617.579,49      | Bs.F.        | 661.692,31      | Bs.F.                 | 397.015,38      |
| <b>TOTAL MANO DE OBRA ANUAL</b> | Bs.F.                   |                 |              |                 |                       | 1.676.287,18    |

Fuente: Elaboración propia

Además de la mano de obra, es necesario establecer el costo de las herramientas, materiales y repuestos que son necesarios para el cumplimiento de las acciones y así lograr la implementación efectiva de la propuesta.

En la tabla 20 se muestran una lista que contiene los materiales y repuestos necesarios para la realización del mantenimiento preventivo para cada equipo, incluyendo el costo generado.

**Tabla 20 Lista de Materiales y repuestos para el mantenimiento preventivo.**

| EQUIPO                     | MATERIALES Y REPUESTOS            | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD NECESARIA | UNIDAD PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL     |
|----------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------|------------------------|------------------|
| General                    | Desinfectante                     | Gal              | 10                 | Bs.F. 30,00            | Bs.F. 300,00     |
|                            | Grasa multiuso                    | Gr               | 30                 | Bs.F. 460,00           | Bs.F. 13.800,00  |
|                            | Limpiador de contactos            | ml               | 12                 | Bs.F. 1.500,00         | Bs.F. 18.000,00  |
|                            | Desengrasante industrial          | Gal              | 12                 | Bs.F. 1.200,00         | Bs.F. 14.400,00  |
|                            | Aceite 3 en 1                     | cm <sup>3</sup>  | 20                 | Bs.F. 99,00            | Bs.F. 1.980,00   |
| Aire Acondicionado Central | Filtros                           | Unidad           | 1                  | Bs.F. 5.000,00         | Bs.F. 5.000,00   |
|                            | Capacitores de marcha             | Unidad           | 5                  | Bs.F. 4.200,00         | Bs.F. 21.000,00  |
|                            | Refrigerante                      | Gal              | 1                  | Bs.F. 7.000,00         | Bs.F. 7.000,00   |
| Planta Eléctrica           | Aceite (8 L)                      | Gal              | 2                  | Bs.F. 3.200,00         | Bs.F. 6.400,00   |
|                            | Filtro gasoil                     | Unidad           | 1                  | Bs.F. 4.500,00         | Bs.F. 4.500,00   |
|                            | Filtro Aceite                     | Unidad           | 1                  | Bs.F. 30.000,00        | Bs.F. 30.000,00  |
|                            | Filtro de aire                    | Unidad           | 1                  | Bs.F. 11.000,00        | Bs.F. 11.000,00  |
|                            | Filtro de refrigerante            | Unidad           | 4                  | Bs.F. 4.000,00         | Bs.F. 16.000,00  |
|                            | Batería planta eléctrica          | Unidad           | 1                  | Bs.F. 65.000,00        | Bs.F. 65.000,00  |
| Mesa de Reanimación        | Bombillos                         | Unidad           | 4                  | Bs.F. 4.000,00         | Bs.F. 16.000,00  |
|                            | Colchoneta                        | Unidad           | 2                  | Bs.F. 3.000,00         | Bs.F. 6.000,00   |
| Incubadora                 | Filtro bacteriológico             | Unidad           | 20                 | Bs.F. 2.279,07         | Bs.F. 45.581,40  |
|                            | Mangas                            | Kit              | 10                 | Bs.F. 1.860,47         | Bs.F. 18.604,65  |
|                            | Colchoneta                        | Unidad           | 5                  | Bs.F. 15.000,00        | Bs.F. 75.000,00  |
|                            | Pintura especial para incubadoras | Gal              | 4                  | Bs.F. 18.139,53        | Bs.F. 72.558,14  |
|                            | Gomas de aislamiento              | Kit              | 2                  | Bs.F. 14.232,56        | Bs.F. 28.465,12  |
| Lámpara Cialítica          | Bombillos                         | Unidad           | 3                  | Bs.F. 15.800,00        | Bs.F. 47.400,00  |
| Maquina de Anestesia       | Sensor de flujo                   | Unidad           | 3                  | Bs.F. 40.000,00        | Bs.F. 120.000,00 |
|                            | Canister                          | Unidad           | 3                  | Bs.F. 26.046,51        | Bs.F. 78.139,53  |
| Mesa Quirúrgica            | Colchoneta                        | Unidad           | 3                  | Bs.F. 26.400,00        | Bs.F. 79.200,00  |
| Ventilador                 | Filtro trampa de agua             | Unidad           | 12                 | Bs.F. 3.000,00         | Bs.F. 36.000,00  |
|                            | O 'Ring                           | Kit              | 12                 | Bs.F. 558,14           | Bs.F. 6.697,67   |
| Compresor                  | Correa                            | Unidad           | 4                  | Bs.F. 4.000,00         | Bs.F. 16.000,00  |
|                            | Elemento de filtro de aire        | Unidad           | 2                  | Bs.F. 2.900,00         | Bs.F. 5.800,00   |
|                            | Aceite bomba de vacío             | Oz               | 16                 | Bs.F. 1.800,00         | Bs.F. 28.800,00  |
|                            |                                   |                  |                    |                        | Bs.F. 894.626,51 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 se muestra el cálculo de herramientas y equipos necesarios para la realización del mantenimiento preventivo.

**Tabla 21** Calculo de Herramientas y equipos necesarios para el plan

| HERRAMIENTAS Y EQUIPOS     | ESPECIFICACIÓN            | MARCA            | CANTIDAD | UNIDAD PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL     |
|----------------------------|---------------------------|------------------|----------|------------------------|------------------|
| Alicate Pica cable         | -                         | Stanley          | 1        | Bs.F. 2.000,00         | Bs.F. 2.000,00   |
| Brocha                     | 4"                        | Lobster          | 2        | Bs.F. 690,00           | Bs.F. 1.380,00   |
| Brocha                     | 2"                        | Brufer           | 2        | Bs.F. 200,00           | Bs.F. 400,00     |
| Caja de herramientas       | 22"                       | Magnun Box       | 3        | Bs.F. 2.900,00         | Bs.F. 8.700,00   |
| Escalera extensible        | Diaeléctrica doble cuerpo | -                | 1        | Bs.F. 45.000,00        | Bs.F. 45.000,00  |
| Grasera                    | Manual tipo pistola       | Lobster          | 1        | Bs.F. 6.000,00         | Bs.F. 6.000,00   |
| Hidro jet                  | 1400W                     | Black and Decker | 1        | Bs.F. 61.500,00        | Bs.F. 61.500,00  |
| Juego de Alicates          | 4 piezas                  | Stanley          | 3        | Bs.F. 14.685,00        | Bs.F. 44.055,00  |
| Juego de destornilladores  | Juego 10 piezas           | Stanley          | 3        | Bs.F. 9.850,00         | Bs.F. 29.550,00  |
| Juego de llaves Allen      | Juego de 8 piezas         | Stanley          | 3        | Bs.F. 3.050,00         | Bs.F. 9.150,00   |
| Juego de llaves combinadas | Juego 7 piezas            | Stanley          | 3        | Bs.F. 9.500,00         | Bs.F. 28.500,00  |
| Juego de Raches y dados    | Juego de 11 piezas        | Stanley          | 3        | Bs.F. 14.000,00        | Bs.F. 42.000,00  |
| Linterna                   | Pequeña                   | Stylemark        | 2        | Bs.F. 1.680,00         | Bs.F. 3.360,00   |
| Linterna                   | Grande                    | Pretul           | 1        | Bs.F. 5.819,00         | Bs.F. 5.819,00   |
| Manómetro                  | -                         | -                | 1        | Bs.F. 1.100,00         | Bs.F. 1.100,00   |
| Multímetro digital         | -                         | Atten            | 1        | Bs.F. 9.810,00         | Bs.F. 9.810,00   |
| Porta herramientas         | 6 bolsillos               | Falcone          | 3        | Bs.F. 1.500,00         | Bs.F. 4.500,00   |
| Probador de corriente      | 12 - 250v                 | Becker           | 1        | Bs.F. 800,00           | Bs.F. 800,00     |
| Simulador ECG              | -                         | -                | 1        | Bs.F. 34.000,00        | Bs.F. 34.000,00  |
| Segueta                    | 12"                       | Lobster          | 1        | Bs.F. 3.000,00         | Bs.F. 3.000,00   |
|                            |                           |                  |          |                        | Bs.F. 340.624,00 |

Fuente: Elaboración propia

### 6.16 Relación costo-beneficio

La elaboración del costo del plan de mantenimiento preventivo se basa en el análisis de todos los recursos necesarios para cumplir las acciones descritas previamente. Una vez determinado todos los costos relacionados con la implementación de las acciones propuestas, entre las que se encuentran el personal necesario para cumplir con las actividades, los repuestos, materiales, equipos y herramientas para el mantenimiento preventivo anual. Se tuvo que calcular un costo extra alrededor de 10% por concepto de gastos administrativos. El total de todos los costos relacionados se muestran en la tabla 22.

**Tabla 22 Costo de implantación del plan de mantenimiento preventivo**

| Costos de implantación del plan de mantenimiento preventivo |                    |
|---|--------------------|
| Costo de mano de obra                                       | Bs.F. 1.676.287,18 |
| Costo de materiales y repuestos                             | Bs.F. 894.626,51   |
| Costo de equipos y herramientas                             | Bs.F. 340.624,00   |
| Costo extra (10% gastos administrativos)                    | Bs.F. 291.153,77   |
| <b>Total</b>  | Bs.F. 3.202.691,46 |

Fuente: Elaboración propia

Como se ha mencionado anteriormente, en la actualidad no existe un departamento de mantenimiento consolidado e independiente dentro de la organización, lo que tiene consecuencias significativas en el desarrollo de las actividades en la clínica. Para los meses comprendido entre Agosto del 2014 – 2015 la clínica tuvo un costo asociado por mantenimiento correctivo de Bs.F 3.701.018,41, de los cuales se estima que un 70%<sup>32</sup> corresponde a la cantidad para los equipos críticos, es decir Bs.F 2.590.712,89, a este valor debe agregarse los costos asociados por mano de obra al mismo período que corresponden a BsF. 942.560,00, obteniéndose un total así de Bs.F 3.533.272,89.

En resumen, el plan propuesto tendría un costo aproximado de BsF. 3.202.691,46, cifra que corresponde a un año de la gestión de mantenimiento y tendría como diferencia, con respecto a lo que se gasta actualmente, una disminución del 10.32%.

En la tabla 23 se muestra lo antes explicado.

**Tabla 23 Relación de costos**

| Relacion de Costos    |                    |
|-----------------------|--------------------|
| Actual                | Bs.F. 3,533,272.89 |
| Propuesta             | Bs.F. 3,202,691.46 |
| Diferencia            | Bs.F. 330,581.43   |
| Diferencia porcentual | 10.32%             |

Fuente: Elaboración Propia

<sup>32</sup> Datos suministrado por Gerencia General de la Clínica Herrera Lynch.

Es importante tener en consideración que el gasto asociado a equipos y herramientas será realizado solo en una oportunidad, es decir, solo el primer año en el cual el plan sea implementado. Dichos costos representan el 11% de la inversión total, en consecuencia se evidenciará una disminución de los recursos que se deben utilizar a partir del segundo año que se haya puesto en marcha la propuesta. Cabe destacar que el departamento ya cuenta con algunas de las herramientas con las cuales realizar las actividades, por lo tanto, varias herramientas contempladas en la propuesta no se tendrían que comprar al implementar el plan, lo cual reduciría el costo total.

El hecho de tener el personal capacitado fijo en la organización evita que se disminuya en gran medida las paradas no planificadas, ya que no se debe esperar por un técnico especializado, lo que se traduce en la no pérdida de ingresos para la clínica

El costo por materiales y repuesto es elevado y representa el segundo costo más alto después de la mano de obra que se deberá contratar. Sin embargo, muchos de los artículos que están siendo comprados no son cambiados cuando se indica la rutina, tal es el caso de los colchones para la mesa quirúrgica. Los mismos tienen un costo alto y se necesitan 3 anuales, no obstante, se toman medidas para evitar el desgaste de los mismos lo cual extiende la frecuencia en la que deben remplazarse.

Es importante destacar que los empleados que se van a contratar cuentan con holgura con respecto a las actividades que deben realizar, para que de esta forma puedan efectuar actividades del tipo correctivo.

Este plan se debe concebir como una inversión que permitirá mejorar el servicio de la clínica, así como mantener la operatividad de los equipos en las distintas áreas por concepto de mantenimiento.

El plan de gestión tiene como intención crear lineamientos y directrices adecuadas para establecer una base que sirva para el mejoramiento continuo de la empresa y sus servicios.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

A continuación se muestra detalladamente, las conclusiones y recomendaciones, como producto de los hallazgos y resultados obtenidos después de haberse cumplido los objetivos planteados en el desarrollo del trabajo especial de grado.

### 7.1 Conclusiones

- Tras el análisis de los resultados obtenidos del cuestionario, se pudo determinar el valor promedio de todas las respuestas de 2.75, lo que significa que la gestión de mantenimiento actual se encuentra en un estado donde se debe pasar a una fase de mejora para evitar la disminución sistemática de la disponibilidad de los equipos a causa de fallas constates, la reducción de ingresos por no disponer de equipos operativos además de aumentar de manera significativa los costos relacionados a la reposición de los equipos.
- Las tres (3) áreas que más inciden en el mal desempeño de la gestión actual de mantenimiento son: Planificación y programación proactiva con una media de 2.43 puntos, mejoramiento continuo con una media de 2.38 y gestión disciplinada de procura de materiales con 2.20 puntos. En una escala de uno (1) a cinco (5), lo cual indica que se debe reformular con fuerza la gestión actual.
- Se determinaron los equipos más críticos en el proceso de atención médica, a través de un análisis de criticidad, los cuales son: Máquina de anestesia, oxímetro, monitor multiparámetro, lámpara cialítica, mesa quirúrgica, electrocauterio, desfibrilador, mesa de reanimación neonatal, ventilador médico, incubadora infantil, aire acondicionado central, compresores, planta eléctrica y unidad de rayos X.
- El plan de gestión de mantenimiento diseñado, tiene un costo total por el orden de 3.2 millones BsF. el cual contempla mano de obra, equipos, herramientas, materiales y repuestos. Además se concluyó que con la implantación de la propuesta se obtendría una disminución de costos de 10,32% con respecto a los montos del año en curso.

## 7.2 Recomendaciones

- Implementar el plan de mantenimiento propuesto, con el objetivo de mejorar las condiciones de los equipos que intervienen en el proceso de atención médica.
- Es importante adiestrar constantemente al personal y generar una nueva cultura de mantenimiento preventivo.
- Se debe tomar en cuenta el llenado correcto de todos los formatos propuestos, para así tener un registro confiable, que permita prever fallas y mejorar continuamente la gestión.
- Diseñar y elaborar calcomanías con los códigos de los equipos y colocarlos en un lugar establecido de fácil ubicación, para identificar fácilmente cual equipo se le practica el mantenimiento.
- Proveer al equipo de mantenimiento con radios VHF, para que puedan comunicarse con los técnicos a todo momento. A su vez establecer códigos claves de comunicación.
- Colocar señalización de seguridad alrededor de los equipos electromecánicos, con fin de evitar accidentes laborales.
- Evaluar constantemente el plan de mantenimiento, mediante los indicadores propuestos, para así determinar en qué área está presentando deficiencias, y de esta manera se utilice como método de retroalimentación.
- Adquirir un software de mantenimiento adecuado que permita realizar de forma eficiente la planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Crear un almacén de materiales, repuestos y herramientas utilizadas en las labores de mantenimiento, así como formatos de control de entrada y salida del almacén.

## 8. Referencias bibliográficas.

- Arias, F. “El Proyecto de Investigación: introducción a la metodología científica”, Editorial Episteme 6ª Edición, Venezuela (2012).
- Castrillón, L., “Introducción al mantenimiento biomédico” Editorial ITM Colombia (2007).
- Duffua, D., “Sistemas de mantenimiento planeación y control”. Editorial Limusa Wiley S.A México (2002).
- Galgano, A “Los siete instrumentos de la calidad total”, Editorial Díaz de Santo, España, (2005).
- Hernández, Fernández, Baptista, “Metodología de la Investigación” McGraw-Gill 6a. ed. México (2014).
- Levine, D. M., “Estadística Básica en administración, Conceptos y Aplicaciones” Sexta edición, Editorial Pearson, México (2006).
- UPEL, “Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales”, Editorial FEDUPEL, Venezuela (2006).
- Molina, F. “La estructura y naturaleza del capital social en las aglomeraciones de empresas”, Editorial Fundación BBVA, (2008).
- Mora, L. “Mantenimiento, Planeación, ejecución y control”. Editorial Alfaomega Colombiana S.A. Bogota Colombia (2009).
- Nava. J.D., “Aplicación práctica de la teoría de mantenimiento de máquinas”, Editorial Universidad de Los Andes Consejo de publicaciones Mérida Venezuela. (2012).
- Norma COVENIN 3049-93 “Mantenimiento. Definición”, Editorial FONDONORMA, Caracas (1993).
- Pérez, A., Rodríguez, P., Sancho, J., “Mantenimiento mecánico de máquinas”, Editorial Universat Jaume I, España (2010).
- Roa, R., “Guía de metodología para la investigación”. (2002).

### **Paginas consultadas**

- Ley orgánica para el trabajo las trabajadoras y trabajadores Página consultada: <http://www.lottt.gob.ve/ley-del-trabajo/titulo-iii/#capitulovii> Recuperado 9 de septiembre de 2015.
- Ley orgánica para el trabajo las trabajadoras y trabajadores Página consultada: <http://www.lottt.gob.ve/ley-del-trabajo/titulo-iii/#capitulosvi> Recuperado 10 de septiembre de 2015.
- Huerta, R. El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. Pagina Consultada: (<http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>). Recuperado: 24 de septiembre de 2015.