

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS  
DEL ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO Y CARCELARIO DE YOPAL  
CASANARE - EPC YOPAL**

**AGUDELO DÍAZ DAIRO  
GRANADOS SUESCUN MIGUEL ÁNGEL  
RAMÍREZ ARENAS NUMAEL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO – MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014**

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS  
DEL ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO Y CARCELARIO DE YOPAL  
CASANARE - EPC YOPAL**

**AGUDELO DÍAZ DAIRO  
GRANADOS SUESCUN MIGUEL ÁNGEL  
RAMÍREZ ARENAS NUMAEL**

**Monografía para optar al título de:  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**Director:  
Dr. Carlos Borrás Pinilla  
Ingeniero Mecánico PhD.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO – MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

Dios todo poderoso en primer lugar por darnos la vida con tantas oportunidades, entre tantas la de realizar este posgrado para alcanzar una nueva meta en nuestras vidas y lograr nuestra superación.

A la Universidad Industrial de Santander con su Escuela de Ingeniería Mecánica y su programa de posgrado en Gerencia de Mantenimiento y la Unisangil, quienes hicieron posible la realización de este posgrado en la ciudad de Yopal Casanare.

A todo el personal profesional y demás que contribuyeron de forma directa e indirecta para que este proyecto se llevara a cabo, y en especial al Dr. Carlos Borrás Pinilla quien con su gran aporte como director de nuestro proyecto nos guio para lograr esta meta.

A nuestras familias por su infinito respaldo y apoyo, por ser nuestra fuente de inspiración e inigualable compañía para así lograr una meta mas juntos.

## **DEDICATORIA**

Es una meta más que hemos alcanzado y que en primer lugar es dedicada a Dios quien nos ha permitido lograrla a pesar de las dificultades que se presentan en el día a día.

A nuestras familias por su comprensión y apoyo incondicional para lograr nuestra metas.

## CONTENIDO

		Pág.
	INTRODUCCIÓN	17
1	ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO Y CARCELARIO DE YOPAL CASANARE – EPC YOPAL	18
1.1	RESEÑA HISTORICA INPEC	18
1.2	CONTEXTUALIZACION	20
1.3	DESCRIPCION GENERAL	21
1.4	UBICACIÓN	28
2	ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	29
2.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	29
2.2	JUSTIFICACIÓN	30
2.3	OBJETIVOS	31
2.3.1	Objetivo General	31
2.3.2	Objetivos Específicos	31
2.4	INVENTARIO GENERAL DE EQUIPAMIENTO	31
2.5	GESTIÓN DE ACTIVOS	31
2.6	FORMULACION DEL PROBLEMA	32
3	ANALISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA	33
3.1	MARCO TEORICO	33
3.2	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MANTENIMIENTO	33
3.3	MARCO CONCEPTUAL	35
3.4	MANTENIMIENTO	36
3.4.1	Mantenimiento predictivo	37
3.4.2	Mantenimiento preventivo	38
3.4.2.1	Mantenimiento programado	39
3.4.2.2	El mantenimiento predictivo	39
3.4.2.3	Mantenimiento de oportunidad	39
3.4.2.4	Para qué sirve el mantenimiento preventivo	40
3.4.3	Mantenimiento Correctivo	40
3.5	TEORIA DE FALLAS	41
3.5.1	Fallos iniciales	41
3.5.2	Fallos normales	41
3.5.3	Fallos de desgaste	41
3.6	ANALISIS DE FALLAS	42
3.6.1	Cuando hay una falla	43
3.6.2	Que puede causar una falla	43
3.6.2.1	Deficiencia en el Diseño	43
3.6.2.2	Deficiencias en la selección del material	43

3.6.2.3	Imperfecciones en el Material	43
3.6.2.4	Deficiencias en el Proceso	43
3.6.3	Programa de Detección y Análisis de Fallas	44
3.7	DIAGRAMA DE PARETO	45
3.8	CURVA DE LA BAÑERA	46
4	METODOLOGIA	47
4.1	METODO DE INVESTIGACION	47
4.1.1	Método Deductivo	47
4.1.2	Enfoque Cuantitativo	47
4.2	TIPO DE INVESTIGACION	47
4.3	TECNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	48
4.4	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	48
5	PROPUESTA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL ESTABLECIMIENTO EPC YOPAL	49
5.1	DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	49
5.1.1	FASE No 1. Inspección visual y toma de datos básicos	49
5.1.2	FASE No 2. Análisis a equipos, consumibles y presupuesto	50
5.2	DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	50
5.2.1	FASE No 1. Visita de inspección visual y toma de datos básicos	50
5.2.1.1	Recolección de información (Inventario general de equipos	51
5.2.1.2	Creación de bitácoras	52
5.2.1.3	Creación de hojas de vida	53
5.2.1.4	Calibración de equipos de medida	54
5.2.1.5	Creación de procedimientos de mantenimiento predictivo y preventivo partir de la recomendación de los fabricantes	55
5.2.1.6	Creación de rutinas de mantenimiento basado en manuales	55
5.2.1.7	Creación de cronograma de actividades	56
5.2.1.8	Ejecución del plan de mantenimiento	57
5.2.2	Instrucciones para procedimiento de mantenimiento preventivo en el EPC Yopal	60
5.2.2.1	Asignación de equipos	60
5.2.2.2	Elaboración de la rutina de mantenimiento preventivo	61
5.2.2.3	Elaboración del programa de mantenimiento preventivo	62
5.2.2.4	Realización del trabajo de mantenimiento preventivo	63
5.2.2.5	Elaboración del informe mensual de mantenimiento preventivo	63
5.2.3	FASE No 2. Análisis a equipos y presupuesto	64
5.2.3.1	Análisis de criticidad	64
5.2.3.2	Análisis estadístico de fallas	65
5.2.3.3	Creación de Órdenes de Trabajo (OT)	65
5.2.3.4	Evaluación de repuestos y consumibles, (básicos y críticos)	66
5.2.3.5	Presupuesto para mantenimiento por área y total	66
5.2.3.6	Cambio de equipos por obsolescencia	66
6	CONCLUSIONES	68

7	RECOMENDACIONES	69
	BIBLIOGRAFIA	70
	ANEXOS	72

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Panorámica de ubicación Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal	20
Figura 2. Organigrama general del INPEC	21
Figura 3. Organigrama Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal	22
Figura 4. Esquema general del Establecimiento Penitenciario	27
Figura 5. Ubicación de la Institución penitenciaria y carcelaria de Yopal Casanare	28
Figura 6. Curva P-F	36
Figura 7. Mantenimiento Predictivo	37
Figura 8. Análisis de fallas	42
Figura 9. Diagrama de Pareto de número de retardos en función de las causas	45
Figura 10. Curva de la bañera	46

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Descripción de edificios	23
Tabla 2.	Plantilla para Inventario de equipos (máquinas)	51
Tabla 3.	Formato documentación técnica	52
Tabla 4.	Formato de bitácora	53
Tabla 5.	Modelo hoja de vida	54
Tabla 6.	Modelo cronograma de actividades	56
Tabla 7.	Desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo para el EPC Yopal.	57

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Llistado de equipos EPC YOPAL	73

## RESUMEN

### TITULO:

**DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DEL ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO Y CARCELARIO DE YOPAL CASANARE - EPC YOPAL**

### AUTORES:

Dairo Agudelo Díaz  
Miguel Ángel Granados Suescun  
Numael Ramírez Arenas

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento, Establecimiento Penitenciario y Carcelario, Mantenimiento Preventivo, Análisis de Criticidad, Internos, Guardia.

### DESCRIPCION:

Dentro del trabajo que se describe se realiza el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal Casanare, en su primera fase se verifica la situación actual del establecimiento en lo referente a mantenimiento de todo tipo y de aquí se enfoca el plan hacia lo preventivo.

Después de analizar las necesidades de la penitenciaría en cuanto a mantenimiento, se realiza un inventario completo de los equipos y elementos objeto del análisis de mantenimiento y que hacen parte de la institución, igualmente se hace un análisis de criticidad con el fin de establecer la necesidad y prioridad de los mismos a fin de garantizar la máxima efectividad del mantenimiento preventivo en todos los equipos en general dándole mayor importancia a los más críticos.

Los análisis de criticidad están basados en las necesidades mínimas consideradas para el bienestar de los internos, personal administrativo, población flotante y cuerpo de custodia y vigilancia que son de permanencia total o parcial en el establecimiento penitenciario.

Luego de obtener el total de los sistemas se realiza un cronograma basado en los datos obtenidos y analizados, para dar un completo cubrimiento a los sistemas y atacar siempre el total de los equipos garantizando de esta manera la operación continua y la estabilidad de la penitenciaría ante las condiciones mínimas básicas de funcionalidad teniendo en cuenta que se trata del manejo de una población vulnerable.

---

\* Monografía

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Carlos Borrás Pinilla, Ingeniero Mecánico PhD.

## SUMMARY

### TITLE:

**MAINTENANCE PLAN FOR THE ESTABLISHMENT OF PRISON YOPAL - CASANARE EPC.\***

### AUTHORS:

Dairo Agudelo Díaz  
Miguel Ángel Granados Suescun  
Numael Ramírez Arenas\*\*

### KEYWORDS:

Maintenance. Penitentiary and prison, Preventive Maintenance, criticality analysis, Internal, Guard.

### DESCRIPTION:

This document describes the need to create a Planned Maintenance of the Prison and Jail establishing Yopal Casanare - EPC Yopal - Casanare, which was built between 2005 2009 and operation in 2010, without the use of all their equipment, so it is urgent to develop the plan to ensure the operation of the equipment and can incline for maximum life it is established through analysis or manufacturer's recommendation.

The maintenance plan submitted establishes two stages for foreclosure initial phase or Phase No. 1, which is the implementation of the plan in order to get the maximum amount of information that can be delivered and analyzed in Phase No. 2, where execute activities of the management area.

Overall Maintenance Plan shall ensure the following principles:

- ❖ Permanent operation of electromechanical plant equipment (Reliability).
- ❖ Reduced maintenance costs.

This from the base of a good classification of equipment which may be established by the analytical methods of good maintenance management practices.

The maintenance plan for the Penitentiary and Prison is established or proposed towards ensuring the overall performance of the same, and so it the minimum living conditions for prisoners given their condition as a vulnerable population. Also take into account the vulnerability of prisoners security protocols based INPEC law 65 where its operation is explained as an Institute and its special regime are considered.

---

\* Monograph

\*\*School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization, Director: Eng. Carlos Borrás Pinilla.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad industrial de Santander como compromiso y contribución a la formación de la sociedad ha desarrollado planes de especialización y de mejora continua en las áreas del saber para los estudiantes, dando así oportunidades de mejora y de implementación de áreas especializadas en las empresas privadas y públicas de nuestro país.

De acuerdo con esto y teniendo en cuenta que existe la oportunidad de mejora en la institución llamada INPEC y su establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal Casanare que es una institución pública, podemos analizar y establecer un plan de mantenimiento preventivo que garantice la continuidad de operación de las máquinas, equipos y elementos de la institución.

Basados en lo anterior y teniendo en cuenta la limitante de los recursos para esto, es que podemos de manera autónoma desarrollar el plan de mantenimiento preventivo, racionalizando de la mejor manera los recursos y garantizando siempre la operación, utilizando como desarrollo propio del plan de mantenimiento preventivo las observaciones hechas, analizadas y el TPM requerido.

Igualmente el TPM puede desarrollarse utilizando la mano de obra de los internos que ya han desarrollado un plan de resocialización, y personal de guardia que tiene los conocimientos y capacidades para la contribución en la parte técnica y que con esta implementación crean un compromiso de mantenimiento de las máquinas, equipos y elementos asegurando la operación y el bienestar de cada uno de los internos que puedan ocuparse dentro de los horarios establecidos para trabajos en la institución penitenciaria.

Por lo anterior vemos válido y útil realizar este plan de mantenimiento, teniendo como base que se desarrollo en busca de garantizar el bienestar de los internos, empleados, personal de seguridad y como una estrategia de resocializar los condenados que puedan por su condición y análisis de desempeño contribuir al mantenimiento preventivo de las máquinas, equipos y elementos de institución penitenciaria.

## **1. ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO Y CARCELARIO DE YOPAL CASANARE - EPC YOPAL**

El INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO – INPEC es el organismo encargado por el estado para la custodia y vigilancia de personas que han sido o están siendo juzgadas por los distintos órganos del poder judicial y que han recibido medidas de aseguramiento y privativas de la libertad.

El Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal – EPCY, es un establecimiento manejado por el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario INPEC, el cual está destinado a la reclusión de personas sindicadas y a la purga de penas de individuos de género masculino y femenino.

### **1.1 RESEÑA HISTORICA INPEC**

La evolución carcelaria, se remonta desde el siglo XV, época de los aborígenes, que solo comunidades desarrolladas como los chibchas mostraban una legislación civil y penal de gran influencia moral para su época. Pena de muerte al homicida, vergüenza pública al cobarde, tortura al ladrón, no fue frecuente la privación de libertad y su aplicación no tuvo como criterio el castigo.

En la época de la conquista, se impusieron las leyes del conquistador: delitos, guarda de presos, tormentos, penas y perdones. El Establecimiento de Reclusión se considera como un sitio previo a la ejecución o un castigo para la población española o criolla. El nativo no disponía de libertad por su carácter de vasallo.

En la época de la colonia se aplicó la confiscación, multa y prisión así como medidas eclesiásticas relacionadas con abjuración, represión, suspensión de órdenes y las penitencias.

Para el cumplimiento de las penas se utilizaron las famosas mazmorras, presidios de Cartagena y Tunja; las cárceles de la Real Cárcel, la Cárcel del Divorcio, la de Zipaquirá y la de Santafé (Colegio de Nuestra Señora del Rosario), entre otras.

En la época de la Independencia con el objeto de contribuir al estado-nación se importan modelos penitenciarios franceses y españoles.

Estatuto político del territorio colombiano. Contempla la abolición de la tortura, se autoriza a coartar la libertad del ciudadano y se prohíbe el ingreso a la cárcel de quien no sea legalmente conducido a ella.

1890 - primera cárcel de mujeres: es establecida por las religiosas del buen pastor.

1914 - ley 35: se crea la Dirección General de Prisiones; reglamentándose como entidad adscrita al Ministerio de Gobierno.

1934 - primer código penitenciario colombiano: primeros lineamientos de administración penitenciaria.

1936 y 1938 - nuevo código penal, código de procedimiento penal y ley de vagos.

1940 - auge de construcciones penitenciarias: dispositivos de control social por el desarrollo del capitalismo. Penitenciaría nacional La Picota, Palmira y Popayán.

1940 - Reestructuración: Dirección General de Establecimientos de Detención, Penas y Medidas de Seguridad (MINJUSTICIA).

1958 - Ley de Maleantes: doctrina de la peligrosidad.

1960 - Reestructuración: División de Penas y Medidas de Seguridad (MINJUSTICIA).

1992 - Decreto No. 2160, por el cual se fusiona la Dirección General de Prisiones del Ministerio de Justicia con el Fondo Rotatorio del Ministerio de Justicia y se crea el INSTITUTO NACIONAL PENITENCIARIO Y CARCELARIO – INPEC.

1993 – ley 65 de 1993, Artículo 15, El Sistema Nacional Penitenciario y Carcelario está integrado por el Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, como establecimiento público adscrito al "Ministerio de Justicia y del Derecho" con personería jurídica, patrimonio independiente y autonomía administrativa; por todos los centros de reclusión que funcionan en el país, por la Escuela Penitenciaria Nacional y por los demás organismos adscritos o vinculados al cumplimiento de sus fines.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>.<http://www.inpec.gov.co/portal/page/portal/Inpec/Institucion/ResenaHistorica>

## 1.2 CONTEXTUALIZACION

El establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal, ubicado estratégicamente en el kilómetro 12 Vía Yopal – Aguazul, actualmente cuenta con un terreno de 440.000 m<sup>2</sup>. De los cuales 64.661 m<sup>2</sup> constituyen la infraestructura del Penal y el restante se encuentra destinado para el desarrollo de actividades agropecuarias como lo muestra la figura 1.

Figura 1. Panorámica de ubicación Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal.



Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal

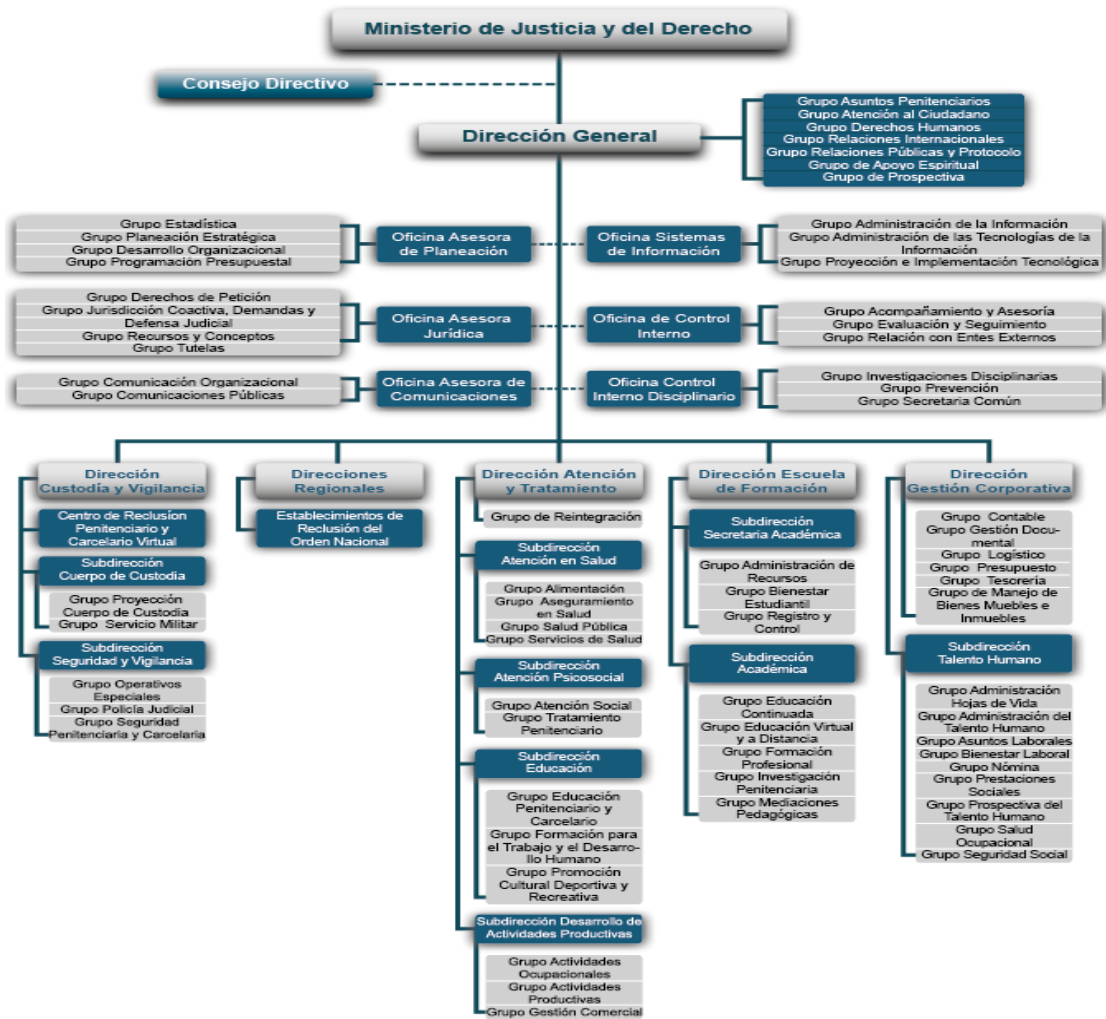
Como es política institucional, el respeto por el derecho y la dignidad de las personas privadas de la libertad, el Gobierno nacional dispuso la creación de nuevos cupos con el propósito de mejorar las condiciones de vida de los internos casanareños residentes en el antiguo Penal, así las cosas, desde el 24 de Marzo de 2010, entró en funcionamiento éste, el nuevo centro penitenciario.

Con la disciplina, el entusiasmo y la entrega de hombres administrativos y de cuerpo de custodia y vigilancia, se ha logrado que desde una concepción gerencial y humanista se haya reconocido en instadas ocasiones al EPC Yopal como uno de los mejores Establecimientos de Reclusión del Orden Nacional.<sup>2</sup>

### 1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL

El INPEC, como institución de orden nacional cuenta con un organigrama general que debe ser seguido y aceptado por todo el personal externo, interno y de planta, establecido por el Ministerio de Justicia y del Derecho, así (ver figura 2):

Figura 2. Organigrama general del INPEC.

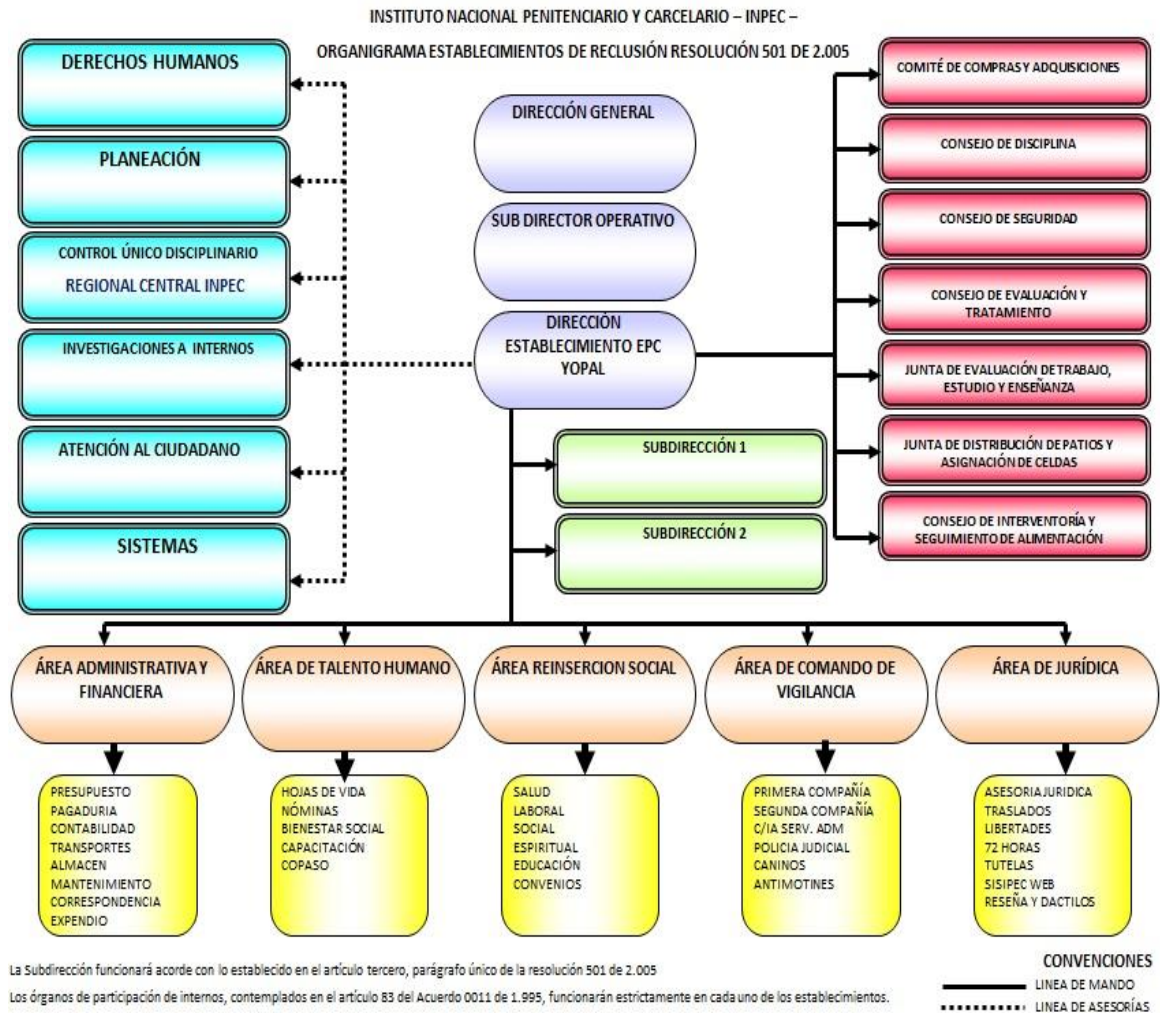


Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario.

<sup>2</sup>Manual de Mantenimiento de infraestructura del Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario de El Yopal – Casanare

Igualmente el centro Penitenciario y Carcelario de Yopal Casanare está constituido por el siguiente organigrama<sup>3</sup>:

Figura 3. Organigrama Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal



### Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario

El nuevo centro penitenciario de Yopal Casanare tiene un área construida cubierta de 25.037 m<sup>2</sup>, un área construida descubierta (canchas, vías internas etc.) de 39.626 m<sup>2</sup> comprendido en un predio de 440.000 m<sup>2</sup>, aproximadamente. El proyecto se encuentra distribuido como lo especifica la tabla 1 a continuación:

<sup>3</sup>.<http://www.inpec.gov.co/portal/page/portal/Inpec/Institucion/Organizacion>

Tabla 1: Descripción de edificios

**Zona externa**

<b>EDIFICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Y01</b>	Control Externo
<b>Y02</b>	Caniles
<b>Y03</b>	Basuras
<b>Y04</b>	Almacén y expendio
<b>Y05</b>	Alojamiento de guardia
<b>Y06</b>	Sede Social
<b>Y07</b>	Visitas
<b>Y08</b>	Portal 1

**Sector servicios**

<b>EDIFICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Y09</b>	Cuartos Técnicos
<b>Y10</b>	Administración
<b>Y11</b>	Reseña y Sanidad especializada

**Sector mínima seguridad**

<b>EDIFICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Y12</b>	Portal 2
<b>Y13</b>	Visitas
<b>Y14</b>	Rancho
<b>Y15</b>	Mantenimiento Vehicular
<b>Y16</b>	Dormitorios

<b>Y17</b>	Educativa
------------	-----------

**Sector sindicado**

<b>EDIFICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Y18</b>	Portal 2
<b>Y19</b>	Comedor Rancho – Expendio Lavandería
<b>Y20</b>	Pabellón Cap. 360
<b>Y21</b>	Área Educativa
<b>Y22</b>	U.T.E. U.M.E.
<b>Y23</b>	Sanidad visitas

**Sector mediana seguridad**

<b>EDIFICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Y24</b>	Portal 2
<b>Y25</b>	Visitas sanidad
<b>Y26</b>	U.T.E. U.M.E.
<b>Y27</b>	Fábrica
<b>Y28</b>	Área Educativa
<b>Y29</b>	Pabellón cap. 360

**Otros**

<b>EDIFICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>Y30</b>	Garita 1
<b>Y31</b>	Garita 2
<b>Y32</b>	Garita 3
<b>Y33</b>	Garita 4

<b>Y34</b>	Comando 1
<b>Y35</b>	Comando 2
<b>Y36</b>	PTAR (Planta de Tratamiento de Agua Residual)
<b>Y37</b>	PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable)
<b>Y38</b>	Tanque
Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal	

- ❖ **Sector Externa:** este sector se conforma por el control externo que es donde se lleva el control de ingreso al Establecimiento Penitenciario, el edificio de caniles para alojamiento de los canes de Establecimiento, el edificio de basuras, almacén y expendio, alojamiento de guardia, sede social y visitas externas, con plazoleas y parqueaderos para el sector.
- ❖ **Sector Servicios:** Este sector inicia en el momento de ingresar al Portal 1 (Y-08), y comprende los edificios de Administración, cuartos técnicos, donde se ubica la subestación principal del establecimiento y el edificio de Reseña y Sanidad especializada por donde tendrá que pasar cada uno de los internos en el momento de ser recluido, en este espacio se incluyen áreas para corroboración de datos, reseñas, fotografías, almacenamiento de objetos personales, archivo de expedientes, consulta médica, odontológica y psicológica, control y celdas de tránsito múltiples e individuales; comprende vías internas la rotonda central del establecimiento que se encuentra entre este sector y el sector de mínima, donde se encuentra ubicado el tanque de almacenamiento de agua potable.
- ❖ **Sector Mínima seguridad:** se inicia con el ingreso por el Portal 2 (Y-12), este sector alberga 84 internos distribuidos en los diferentes espacios, de los edificios que lo conforman, los cuales son el edificio de visitas de mínima, el Rancho, Mantenimiento vehicular, dormitorios y el edificio de educativa. Se encuentra este sector conformado y los edificios conectados entre sí, por vías internas, tiene una cancha múltiple para recreación de los internos.
- ❖ **Sector de Mediana Seguridad:** se inicia en el ingreso del Portal 2 (Y-24), conformando este sector el Pabellón Y-29 que tiene 6 alas de reclusión con una capacidad 356 internos en total, una fabrica, un área Educativa, los edificios U.T.E. U.M.E., los cuales tienen una capacidad de 28 y 36 internos respectivamente; y por último un edificio destinado para visita y sanidad,

rodeando estos edificio existen las vías internas del sector comprendiendo una cancha múltiple y una cancha de futbol en gramilla.

- ❖ **Sector Sindicados:** se inicia en el ingreso del Portal 2 (Y-18), conformando este sector el Pabellón Y-20 que tiene 6 alas de reclusión con una capacidad 356 internos en total, un Rancho comedor, un área Educativa, los edificios U.T.E. U.M.E., los cuales tienen una capacidad de 28 y 36 internos respectivamente; y por último un edificio destinado para visita y sanidad, rodeando estos edificios de mediana seguridad y sindicados se encuentra ubicadas cuatro Garitas de vigilancia, para el Establecimiento. Las edificaciones conforman entre sí “recintos” interiores, siendo ellas mismas las primeras barreras físicas en el perímetro, seguidas por ocho niveles de cerramientos distribuidos así:

**CERRAMIENTO NIVEL 1:** Es el cerramiento de las vías internas del sector comprendiendo dos canchas múltiples. Rodeando los sectores de servicios, mínima, mediana ubicado en el lineamiento del terreno, del establecimiento penitenciario.

**CERRAMIENTO NIVEL 2:** Es el cerramiento que protege la PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable) y PTAR (Planta de Tratamiento de Agua Residual).

**CERRAMIENTO NIVEL 3:** Es el cerramiento de protección del perímetro Portal 1, encierra todos los edificios del sector externo.

**CERRAMIENTO NIVEL 4:** Es el cerramiento del perímetro externo de reclusión encierra el sector de servicios, mínima, sindicados y mediana.

**CERRAMIENTO NIVEL 5:** Avanzadilla de seguridad (zanja de arrastre) y corredor de guardia para acceso a garitas.

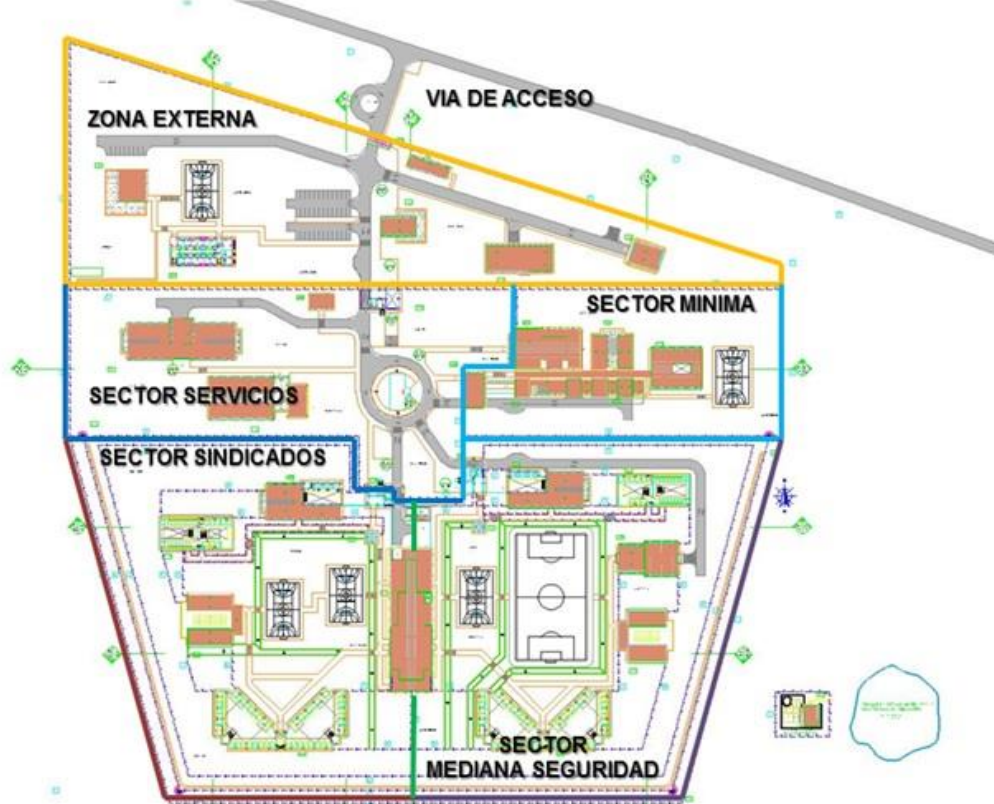
**CERRAMIENTO NIVEL 6:** Es el cerramiento del perímetro externo de los sectores de mediana y sindicados.

**CERRAMIENTO NIVEL 7:** Es el cerramiento que se encarga de la separación de los sectores de mediana y sindicados.

**CERRAMIENTO NIVEL 8:** Es el cerramiento que va en el interior de los patios de recreación y separa las diferentes áreas internas de los sectores de mediana y sindicados<sup>4</sup>.

La distribución de zonas del establecimiento está dada como lo muestra la figura 4.

Figura 4. Esquema general del Establecimiento Penitenciario.



Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal.

<sup>4</sup>Manual de Mantenimiento de infraestructura del Establecimiento Penitenciario de Mediana Seguridad y Carcelario de El Yopal – Casanare

#### 1.4 UBICACIÓN

En la figura 5 se muestra como se encuentra localizada la Institución Penitenciaria y carcelaria de Yopal.

Kilometro 12 vía Yopal – Aguazul .  
Vereda la Guafilla del municipio de Yopal, Casanare.  
380 Km de la Ciudad de Bogotá D.C.  
W-  $72^{\circ}.27'25.92''$ .  
N-  $5^{\circ}16'52.32''$ .

Figura 5. Ubicación de la Institución penitenciaria y carcelaria de Yopal Casanare.



Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal

## 2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

### 2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al inicio de la operación la institución penitenciaria contaba con equipamiento electromecánico nuevo, pero no se cuenta con un plan de mantenimiento que garantice la continuidad y operatividad de los equipos, por lo que con el diseño del plan de mantenimiento se pretende minimizar los mantenimientos correctivos y aumentar la confiabilidad, ya que en la actualidad se causa traumatismo y el riesgo alto en la continuidad de la operación ante cualquier falla en los equipos, y se debe garantizar la disponibilidad de los mismos teniendo como base que son de uso para operación normal de la penitenciaria y trabajo para los internos.

La continuidad depende del proceso administrativo de la penitenciaria, el cual tiene tiempos prolongados de respuesta y en la mayoría de los casos es publicado en la página de contratación estatal, lo que sugiere términos de respuesta mayores y demoras en el proceso contractual. Dentro del establecimiento se cuenta con diferentes áreas con equipamiento electromecánico de operación así:

- Red comercial en media tensión a 34,5 KV.
- 11 Sube-estaciones de distribución en baja tensión (34,5 KVAC / 220 VAC, 34,5 KVAC / 440 VAC).
- Sistema de autogeneración.
- Planta de potabilización de agua.
- Servicio de acueducto propio.
- Sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas PTAR.
- Sistemas de calderas.
- Sistema de lavandería industrial.
- Sistema de electro medicina.
- Sistemas de proyectos productivos como son: Panadería, Asaderos y expendios de víveres.
- Sistemas de aire acondicionado.
- Telemática.
- Sistemas de monitoreo y control.

Lo que requiere garantizar bajo un sistema de mantenimiento preventivo, la revisión periódica de cada uno de los sistemas y equipos que forman parte del equipamiento basado en el manual del fabricante, como recurso para consolidar información que pueda garantizar un enfoque hacia el mantenimiento predictivo a futuro.

## **2.2 JUSTIFICACIÓN**

De acuerdo a su régimen especial y respecto al personal recluso que en este establecimiento se maneja, el interés real del proyecto es la obtención de un plan de mantenimiento que modele la gestión y cubra todos los equipos electromecánicos actuales y futuros de acuerdo con el proceso de ampliación e instalación de equipos con el fin de garantizar la operatividad de la institución carcelaria y brindar los estándares de seguridad, mantenimiento y sostenibilidad de los activos del estado en el tiempo.

Se pretende identificar el equipamiento electromecánico con el fin de dar las recomendaciones necesarias para el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, que ocasiona gastos adicionales por falta de mantenimiento ó sobre mantenimiento lo que redundaría en fallas con afectación a los servicios básicos de la operación.

Por esta razón se decidió elaborar esta monografía, que se trata del diseño del plan de mantenimiento preventivo en la cárcel y penitenciaria del municipio de Yopal Casanare, y que de alguna manera repercute en la vida personal y familiar de los reclusos, en las condiciones generales y particulares de la penitenciaria, el desarrollo o parálisis de las estrategias efectivas de educación, capacitación laboral, recreativa, asistencia médica y psicológica adelantadas por las autoridades de la cárcel, que son importantes para los reclusos que están cumpliendo una condena o tienen medida de aseguramiento como ocurre en la cárcel y penitenciaría de Yopal.

Lo anterior encuentra su justificación, en el hecho de que todos los ciudadanos colombianos demandan del Estado la protección y tutela de sus bienes jurídicos reconocidos, por lo que quedaría incompleta esta protección y tutela si se limitara al espectro de la imposición de una pena simple y su cumplimiento somero, puesto que al no realizar un mantenimiento preventivo en los equipos, sino un mantenimiento correctivo como ocurre en este establecimiento, se llega a presentar una falla en el servicio y esto afecta de manera directa a los reclusos, como quiera que estos merecen tener como mínimo una calidad de vida acorde al espacio en el que están.

Como resultado del estudio y recomendaciones de este trabajo se espera que pueda ser aceptado e implementado por la institución carcelaria, ya que estos proyectos son necesarios para mejorar el funcionamiento de los equipos dentro de las instalaciones del establecimiento carcelario y penitenciario, pues, está comprobado que al no realizar mantenimiento preventivo hay riesgos de que los equipos sufran una criticidad y por ende generen mayor gasto y traumatismo para el desarrollo normal del funcionamiento de las instalaciones antes mencionadas.

En ese sentido, este trabajo tiene utilidad práctica, porque retrata la realidad en la cárcel y penitenciaria de Yopal Casanare, en lo que se refiere a la cantidad y

clases de equipos que posee esta institución, además muestra el mantenimiento a que estos son sometidos y la importancia de implementar el diseño del plan de mantenimiento preventivo en dicha cárcel.

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

Realizar una estrategia de mantenimiento para todos los equipos que forman parte del sistema electromecánico de la institución y diseñar el plan de mantenimiento preventivo para el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal EPC Yopal, Casanare.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión de mantenimiento en el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal E.P.C Yopal, Casanare.
- Realizar la estrategia y la organización de la documentación de cada activo para la creación de hojas de vida, fichas técnicas, tarjetas de costos y generar una base de datos con la información.
- Establecer el inventario de equipos por áreas del establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal E.P.C Yopal, Casanare.
- Proponer y elaborar un diseño de plan maestro de mantenimiento preventivo para el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal E.P.C Yopal, Casanare.

## **2.4 INVENTARIO GENERAL DE EQUIPAMIENTO**

Levantamiento y codificación de todos los equipos electromecánicos que hacen parte de la cadena de operación de cada una de las etapas productivas y de operación del establecimiento carcelario, con el propósito de obtener una fuente confiable de información, que garantice que se realizará mantenimiento al total de los equipos con la prioridad y recomendaciones que el fabricante indica con el fin de tener disponibilidad constante de los equipos, definiendo la criticidad, frecuencias de inspección, tipos de inspección, etc.

## **2.5 GESTIÓN DE ACTIVOS**

- Clasificación de los equipos de acuerdo con la criticidad.
- Realizar inventario de características técnicas de cada equipo.
- Consolidar un listado de consumibles y repuestos críticos para mejorar la planeación de logística y disminuir el inventario en sitio.

## **2.6 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Es necesario en el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos (máquinas) del mismo?

### **3. ANALISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA**

#### **3.1 MARCO TEORICO**

El marco de referencia de este trabajo se introduce con el fin de soportar este proyecto, por lo tanto es necesario establecer que es mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo nace como parte de la necesidad de contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales en instalaciones, equipos, sistemas de equipos, flotillas y otros activos. Es necesario plantear tareas para evitar que las funciones mantenimiento dejen de ejecutarse debido a fallas potenciales, a esta predicción se denomina mantenimiento preventivo, el cual difiere del mantenimiento de reparación o mantenimiento correctivo, ya que este último normalmente se considera como el remplazo, renovación, reparación parcial o general de los componentes de un sistema o equipo, con el propósito de que este realice correctamente las funciones para la que fue creado, el mantenimiento correctivo se puede dividir en reparación planeada la cual implica que los recursos físicos humanos necesarios para realizar una labor han sido planeados previamente, lo que asegura una disponibilidad de los mismos y de acuerdo a un programa establecido y la reparación no planeada, donde puede existir un conjunto de mano de obra y piezas disponibles<sup>1</sup>.

Por lo tanto el mantenimiento preventivo constituye una acción o serie de acciones necesarias para alargar la vida del equipo e instalaciones y provocar la suspensión de las actividades laborales por imprevistos, tiene como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las acciones de mantenimiento de equipos o sistemas de equipos, con lo que se evitan reparaciones de emergencia, lo que reduce los costos y aumenta la confiabilidad de los equipos.

#### **3.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL MANTENIMIENTO**

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo".

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos,

electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa. La razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" que fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar. TPM es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo, primero en Japón y luego de vuelta a América (donde el concepto fue inicialmente concebido, según algunos historiadores). Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.

Esta era una filosofía completamente nueva con un planteamiento diferente y que se mantendrá constantemente al día por su propia esencia. Implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos y se le denominó TPM

Tal como se vio en la definición, TPM son las siglas en inglés de "Mantenimiento Productivo Total", también se puede considerar como "Mantenimiento de Participación Total" o "Mantenimiento Total de la Productividad".

El propósito es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial. Toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta gran responsabilidad. La "Implementación de TPM" es un objetivo que todos compartimos. También genera beneficios para todos nosotros. Mediante este esfuerzo, todos nos hacemos responsables de la conservación del equipo, el cual se vuelve más productivo, seguro y fácil de operar, aún su aspecto es mucho mejor. La participación de gente que no está familiarizada con el equipo enriquece los resultados, pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes vivimos con el equipo todos los días<sup>5</sup>.

### 3.3 MARCO CONCEPTUAL

A continuación se dará un marco conceptual para definir los conceptos claves que deben estar claros para la comprensión del tema a desarrollar.

**Mantenimiento:** Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industrias etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

**Condenado:** Persona declarada responsable por la comisión de una conducta punible mediante sentencia judicial.

**Espacio Penitenciario y/o Carcelario:** Comprende la planta física del Centro de reclusión, los terrenos de su propiedad o posesión que las circundan y por aquellos que le sean demarcados de acuerdo con resolución del Director del Establecimiento de reclusión respectivo.

Al respecto, es natural que las personas consideren que las Cárceles y Penitenciarias son lo mismo, pero para esta investigación, es importante determinar las diferencias que se presentan en ambos casos de la siguiente manera:

Las cárceles son establecimientos de detención preventiva, previstos exclusivamente para retención y vigilancia de sindicados. Por su parte, las penitenciarías son establecimientos destinados a la reclusión de condenados y en las cuales se ejecuta la pena de prisión, mediante un sistema gradual y progresivo para el tratamiento de los internos.

De lo anterior, se puede inferir que a las cárceles son recluidas solo las personas que son sindicadas dentro de un proceso como posibles responsables, que aún no han sido condenadas pero sobre ellas recae una medida de aseguramiento. En las penitenciarías, son recluidas las personas condenadas, a quienes se les ha encontrado responsable de una conducta punible.

---

<sup>5</sup>[http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm)

### 3.4 MANTENIMIENTO

Se define como mantenimiento, todas las acciones que tiene como objetivo mantener un equipo ó bien, ó restaurarlo al estado en el cual pueda llevar a cabo una función requerida.

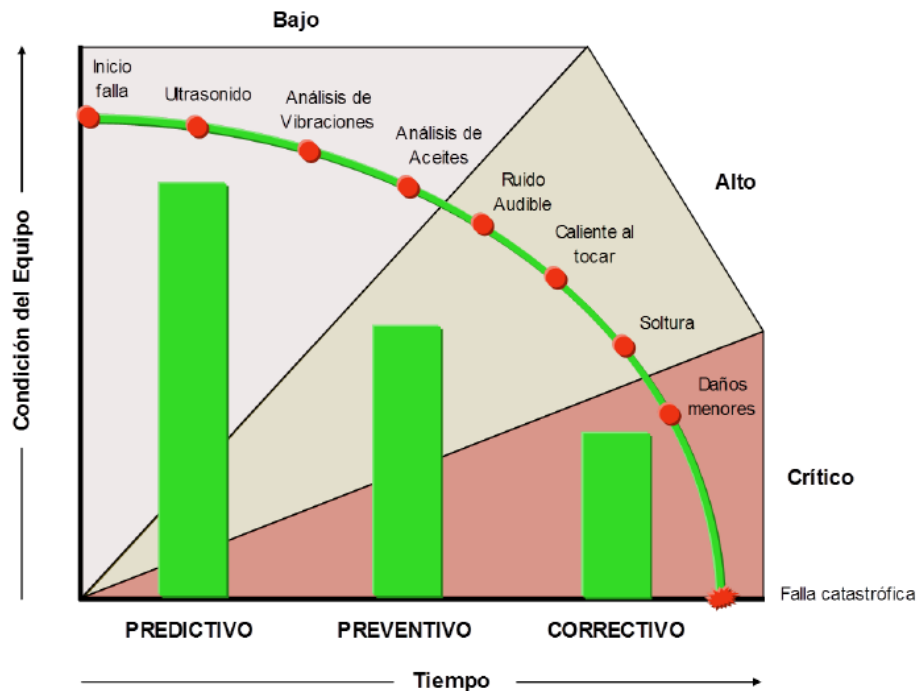
El mantenimiento es también cualquier actividad, como comprobaciones, mediciones, remplazos, ajustes y reparaciones necesarios para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

De acuerdo con esto existen varios tipos de mantenimiento que pueden establecerse en las industrias e instituciones públicas y privadas<sup>6</sup>.

En la operación de mantenimiento podemos definir varios tipos del mismo (figura 6) así:

- ✓ Mantenimiento Predictivo.
- ✓ Mantenimiento Preventivo.
- ✓ Mantenimiento Correctivo.

Figura 6. Curva P-F



ALLIED RELIABILITY, Inc. PdM, Secrets Revealed. Boston, 2006. Pág. 4

<sup>6</sup> <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>.

**3.4.1 Mantenimiento predictivo:** El mantenimiento predictivo es aquel que se desarrolla basado en pruebas no destructivas (ver figura 7) y que dan como resultado información del estado de la máquina, lo que indica en qué momento puede realizarse paradas o reparaciones programadas y con la mejor condición para afectar lo menos posible la operación.

Es decir se supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente, por ejemplo:

- ✓ Análisis de vibraciones.
- ✓ Termografía de elementos, equipos, conductores eléctricos.
- ✓ Conductividad, resistividad.
- ✓ Análisis por ultrasonido.
- ✓ Análisis de Lubricantes.

Figura 7. Mantenimiento Predictivo



[http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento.](http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento)

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer en primer lugar una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente, este se logra mediante la toma de lecturas a intervalos periódicos hasta que el componente falle.

Una vez se determine la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las

variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la maquina, el objetivo es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general, a esta técnica se le llama metodología de inspección<sup>7</sup>.

**3.4.2 Mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial en especial está dirigida al soporte de la producción y en general a todas las instalaciones empresariales.

Mantenimiento preventivo incluye las siguientes actividades:

- **Inspección periódica de activos:** Para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de la planta o depreciación perjudicial de los equipos.
- **Inspección Física de equipos:** Para repararlos o encontrar posibles fallos adelantándose a la falla crítica.

De acuerdo con lo anterior el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de inspecciones, revisiones y reparaciones que garanticen un buen funcionamiento y fiabilidad.

El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento preventivo es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran, las tareas del mantenimiento preventivo incluyen acciones como:

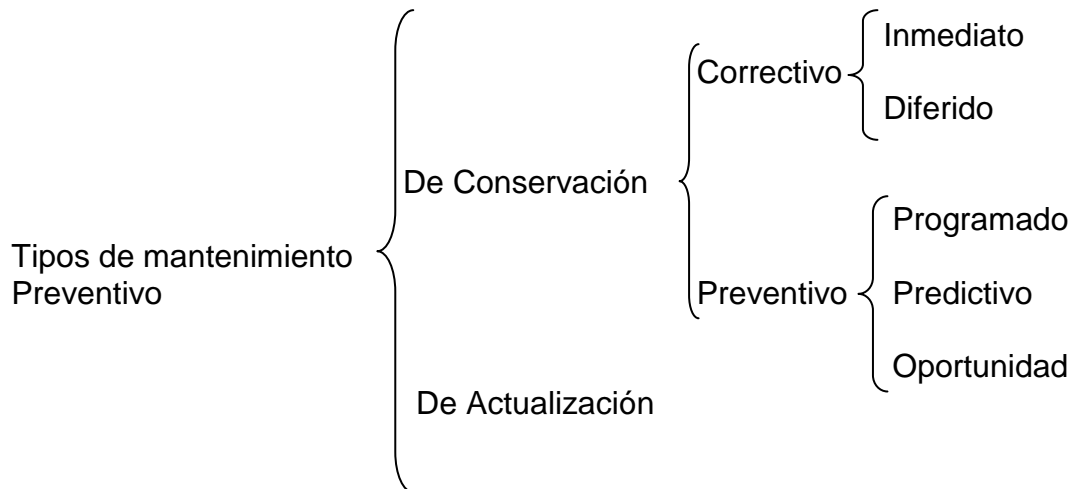
- Cambio de piezas desgastadas.
- Cambio de aceite y lubricantes.
- Cambio de filtros.
- Cambio de correas, etc.

---

<sup>7</sup><http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml#DEFIN>Rosaler, Robert C. (2002). Manual del Ingeniero de Planta. Mac-Graw-Hill/Interamericana de Editores, S.A. de C.V. Bittel, L./Ramsey, J. (1992). Enciclopedia del MANAGEMENT. Ediciones Centrum Técnicas y Científicas. Barcelona, España.

Algunos de los métodos más habituales para saber que mantenimiento debe llevarse a cabo son:

- Manuales fabricante.
- Legislación vigente.
- Recomendaciones de expertos.
- Recomendaciones llevadas a cabo sobre los activos (Seguimiento).



El mantenimiento preventivo se puede realizar según distintos criterios:

**3.4.2.1 Mantenimiento programado:** Donde las revisiones se realizan por tiempo, kilometraje, horas de funcionamiento, etc.

Si quisiéramos citar un ejemplo podríamos decir lo siguiente, un automóvil se puede planear de la siguiente manera:

Cada 15 días se revisa la presión de las ruedas, el aceite del motor cada 10.000 Km, correa de distribución cada 50.000 km.

**3.4.2.2 El mantenimiento predictivo:** Trata de determinar el momento en el cual se debe realizar las reparaciones mediante un seguimiento de variables que determine el momento o periodo máximo de utilización antes de ser reparado.

**3.4.2.3 Mantenimiento de oportunidad:** Es el que se realiza aprovechando los periodos de no utilización, evitando de este modo parar los equipos o las instalaciones cuando están en uso, retomando el ejemplo del automóvil si solo lo utilizamos unos días a la semana y pretendemos hacer un viaje largo con, es lógico realizar las revisiones y posibles reparaciones en los días en los que no necesitamos el coche antes de iniciar el viaje, garantizando de este modo su buen funcionamiento durante el mismo.

Igualmente se puede realizar cronogramas de mantenimiento basado en un esquema de aseguramiento y control de calidad para mantener operando los equipos y sus componentes, con la finalidad de reducir la pérdida de información previniendo reparaciones, deterioro de los equipos y evitando gastos extraordinarios.

**3.4.2.4 Para qué sirve el mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo constituye una acción o una serie de acciones necesarias para alargar la vida útil de los equipos o instalaciones y prevenir las suspensiones de las actividades laborales por imprevistos. Tienen como propósito planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos, para inspeccionar y realizar las actividades de mantenimiento de los equipos con lo que se evitan reparaciones de emergencia.

Un mantenimiento planificado mejora la productividad hasta aproximadamente un 25 %, reduce en un 30 % los costos de mantenimiento y alarga la vida útil del equipo hasta en un 50 %.

Los programas de mantenimiento preventivo tradicionales están basados en el hecho de que los equipos e instalaciones operan 8 horas diarias, por esta razón es necesario realizar un análisis de operación de los equipos para modificar y establecer el estándar de mantenimiento de nuestra compañía, a fin de garantizar que el mantenimiento preventivo sea efectivo para mejorar los índices de productividad y reducir los costos de mantenimientos correctivos.

El área de actividad del mantenimiento preventivo es de vital importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones de la industria de cualquier tamaño, un buen mantenimiento puede aumentar la vida útil de los equipos y mejora las operaciones diarias de los equipos, sin excederse de lo presupuestado en el mantenimiento<sup>8</sup>.

**3.4.3 Mantenimiento Correctivo:** Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado.

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo o el equipo en general, igualmente en líneas de producción genera altos costos por paradas inesperadas de la planta, afectando directamente la producción y la operación general de la planta que aparte de los costos del mantenimiento y deterioro de los equipos, genera bastantes horas hombre,

costosos e inactivas que dificultan la reducción de costos y las producciones en serie 100% confiables<sup>9</sup>.

### **3.5 TEORIA DE FALLAS**

Se conocen como teorías de fallo (o falla) elástico o criterios de fallo (o falla) elástico a los criterios usados para determinar los esfuerzos estáticos permisibles en estructuras o componentes de máquinas. Se utilizan diversas formulaciones, dependiendo del tipo de material que se utiliza. Más precisamente, una máquina que trabaja en ciclos reversibles debe ser diseñada de tal manera que sus tensiones no salgan del dominio elástico. Los criterios de fallo elástico establecen diferentes aproximaciones para diferentes materiales que permiten realizar el diseño de manera correcta. La ocurrencia de fallo elástico no implica en muchos casos la rotura de la pieza, ese otro caso requiere el estudio mediante mecánica de la fractura. En los fallos se pueden apreciar tres etapas.

**3.5.1 Fallos iniciales:** Esta etapa se caracteriza por tener una elevada tasa de fallos que desciende rápidamente con el tiempo. Estos fallos pueden deberse a diferentes razones como equipos defectuosos, instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo por parte de los operarios o desconocimiento del procedimiento adecuado.

**3.5.2 Fallos normales:** Etapa con una tasa de errores menor y constante, Los fallos no se producen debido a causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas u otros.

**3.5.3 Fallos de desgaste:** Etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente. Los fallos se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo.

Ésta es una de doce formas que se han tipificado sobre los modos de fallas de equipos, sistemas y dispositivos.

---

<sup>8</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_preventivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo)

<sup>9</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_correctivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_correctivo)

### 3.6 ANALISIS DE FALLAS

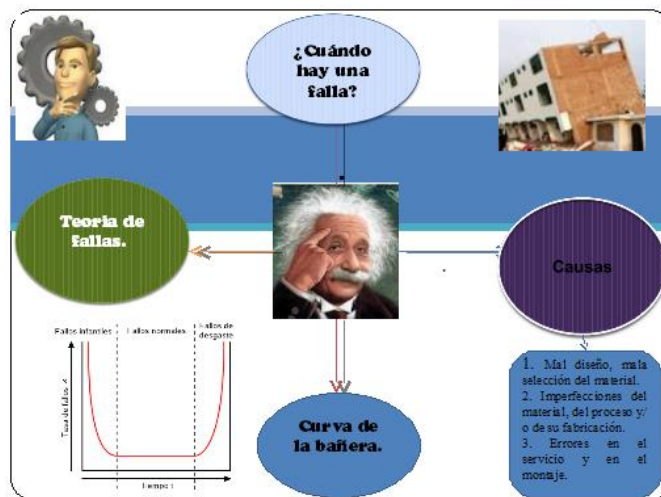
En los últimos tiempos, se ha empezado a hablar del concepto de confiabilidad, en la medida que se comprendió que no era suficiente lograr una alta disponibilidad, sino también disminuir al mínimo la probabilidad de falla de las máquinas críticas durante la operación, es decir lograr conseguir una alta confiabilidad.

Las consecuencias de una falla pueden ir desde el lucro cesante o pérdida de producción, pasando por las horas hombre improductivas de operaciones, hasta la degradación y rotura de las propias máquinas.

Una alta disponibilidad no implica necesariamente una alta confiabilidad, pero una alta confiabilidad si implica una buena disponibilidad y seguridad, en la medida que la maquinaria, el proceso o equipos, presenta una baja probabilidad de falla. Para el caso de la maquinaria pesada, la confiabilidad será el producto de la confiabilidad individual de cada sistema que la compone.

Para el caso objeto del presente documento la necesidad de tener una alta confiabilidad en términos de disponibilidad, precisa tener un plan de mantenimiento preventivo que obliga a realizar tareas con cronogramas específicos que pueden generar rutinas que mejoren la condición de operación y disponibilidad de los equipos a fin de garantizar la eficiencia del equipo y que no se presenten daños mayores que impliquen salir a licitaciones públicas que generar largos tiempos de respuesta y solución de la falla.

Figura 8. Análisis de fallas



<http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml>

**3.6.1 Cuando hay una falla:** Cuando la pieza queda completamente inservible, cuando a pesar de que funciona no cumple su función satisfactoriamente. Cuando su funcionamiento es poco confiable debido a las fallas y presenta riesgos

### 3.6.2 Que puede causar una falla:

- Mal diseño, mala selección del material.
- Imperfecciones del material, del proceso y/o de su fabricación.
- Errores en la operación y en el montaje.
- Errores en el control de calidad, mantenimiento y reparación.
- Factores ambientales, sobrecargas.

Generalmente una falla es el resultado de uno o más de los anteriores factores.

**3.6.2.1 Deficiencia en el Diseño:** Se dan por errores al no considerar adecuadamente los efectos de las entallas, insuficiencias de criterios de diseño por no tener la información suficiente sobre los tipos y magnitudes de las cargas especialmente en piezas complejas (No se conocen los esfuerzos a los que están sometidos los elementos) y cambios al diseño sin tener en cuenta los factores elevadores de los esfuerzos, entre otros.

**3.6.2.2 Deficiencias en la selección del material:** Generalmente se da por datos poco exactos del material (Capacidades, valores máximos de exigencia, etc.) y errores en criterios de diseño.

Siempre que se desarrollan proyectos existen prioridades para su diseño como es la importancia que se marca entre el costo y la calidad, en la mayoría de los casos se impone el presupuesto inicial para un proyecto, sin hacer el análisis general de costos y puede marcar esto una ruta crítica en la fiabilidad y disponibilidad.

**3.6.2.3 Imperfecciones en el Material:** Es muy común que se dé por segregaciones, porosidades, incrustaciones, grietas (generadas en el proceso del material) que pueden conducir a la falla del material.

**3.6.2.4 Deficiencias en el Proceso:** Marcas de maquinado pueden originar grietas que conducen a la falla, esfuerzos residuales causados en el proceso de deformación en frío o en el tratamiento térmico que no se hacen bajo las normas establecidas (Temperatura, Tiempo, Medio de enfriamiento, Velocidad, Vibraciones,), recubrimientos inadecuados, soldaduras y/o reparaciones inadecuadas, mantenimiento no indicado o sobre mantenimiento, mala lubricación o sobre lubricación y exigencia superior a la recomendada son las principales tachas que pueden causar insuficiencias en la ejecución de los procesos<sup>10</sup>.

**3.6.3 Programa de Detección y Análisis de Fallas:** El programa de Detección analítica de Fallos DAF, proporciona las habilidades y destrezas para la solución y prevención de fallas en ambientes productivos, acompañando los esfuerzos de mejoramiento continuo. Sin duda, este programa de detección y análisis nos refleja unos beneficios significativos a la hora de evaluar los diferentes indicadores del mantenimiento, algunos de los beneficios más evidentes del programa son:

- Reducción del tiempo de reparación.
- Minimización de tiempo de preparación y arranque de equipos.
- Disminución de fallas repetitivas.
- Aumento en la disponibilidad de equipos.
- Reducción de re trabajos y desperdicio.
- Reducción en la frecuencia de fallas.
- Mejora del mantenimiento preventivo.
- Reducción de costos por fallas de calidad.
- Mayor eficiencia del trabajo en equipo.

Es indispensable que el departamento de mantenimiento cuente invariablemente con un inventario de equipos, el cual es un listado de los activos por atender, sean estos equipos, instalaciones o construcciones.

De esta forma, utilizando el código de la máquina y combinándolo con el principio de Pareto, obtenemos el inventario jerarquizado de mantenimiento (vital, importante y trivial).

El análisis de falla es un examen sistemático de la pieza dañada para determinar la causa raíz de la falla y usar esta información para mejorar la confiabilidad del producto<sup>11</sup>.

El análisis de falla está diseñado para:

- Identificar los *modos de falla* (la forma de fallar del producto o pieza).
- Identificar el *mecanismo de falla* (el fenómeno físico involucrado en la falla).
- Determinar la *causa raíz* (el diseño, defecto, o cargas que llevaron a la falla).
- Recomendar métodos de prevención de la falla.

### **3.7 DIAGRAMA DE PARETO**

El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades. El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos

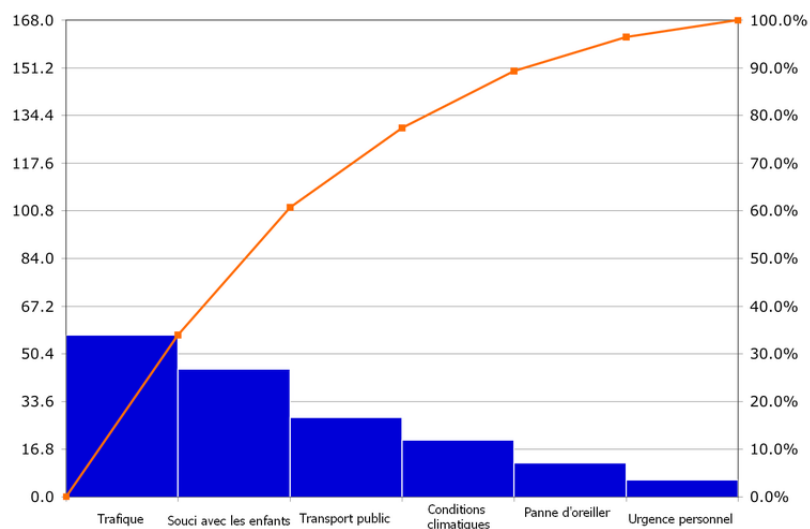
problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. Mediante la gráfica 9 se muestran los "pocos que son vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Evaluar todas las fallas, saber si se pueden resolver o mejor evitarlas.

Figura 9. Diagrama de Pareto de número de retardo en función de las causas.

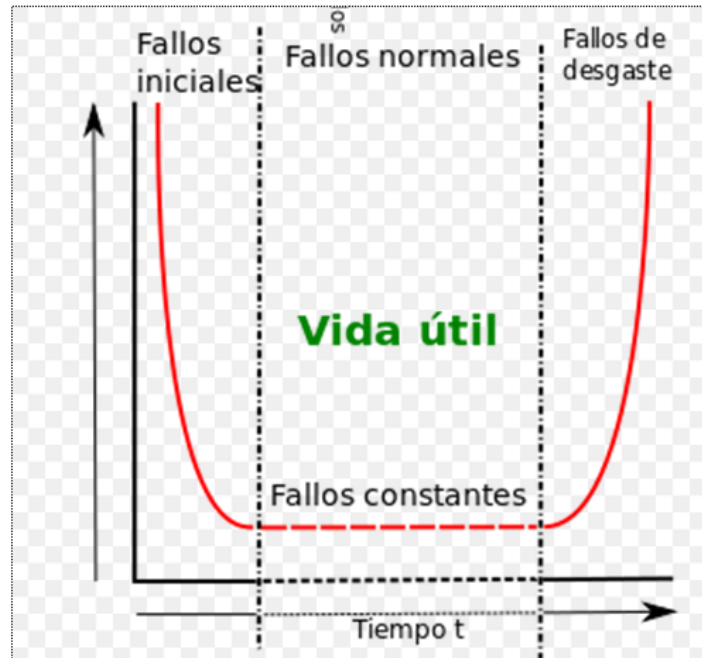


<http://alejesus19.blogspot.com/2011/06/diagrama-de-pareto.html>

### 3.8 CURVA DE LA BAÑERA.

La curva de la bañera, es una gráfica que representa los fallos durante el período de vida útil de un sistema o máquina. Se llama así porque tiene la forma de una bañera cortada a lo largo como lo muestra la figura 10 <sup>11</sup>.

Figura 10. Curva de la bañera.



[http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm)

<sup>10</sup><http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml>

<sup>11</sup>[http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm)

## 4. METODOLOGIA

Este trabajo monográfico está planteado sobre metodología de investigación, donde se busca realizar un Diseño del plan de mantenimiento preventivo para el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal E.P.C. Yopal, y demás aspectos que se ven reflejados en el problema.

En ese sentido, la metodología nos indicó las grandes líneas de acción, lo cual permitió ir explorando el fenómeno de estudio, y modificando el camino y los métodos según sea necesario, ya que este tipo de investigación, permite diseñar estrategias y procedimientos que sirven para dar respuesta al problema y alcanzar los objetivos maximizando la validez y confiabilidad de la información y reducir los errores en los resultados.

### 4.1 METODO DE INVESTIGACION

**4.1.1 Método Deductivo:** va de lo general a lo particular; de la teoría a los datos. Se parte de una ley general construida a partir de la razón y de estas se obtienen consecuencias aplicadas a una realidad; los casos se subordinan a fenómenos generales. Este método es propio del positivismo y generalmente su enfoque es cuantitativo; está basado en la experimentación y utiliza métodos estadísticos (Ander-Egg; 1994).

En este trabajo monográfico se utiliza este método por lo anteriormente descrito.

**4.1.2 Enfoque Cuantitativo:** Este enfoque se configura a través de la neutralidad valorativa como instrumento de objetividad, por lo que se considera que el conocimiento debe basarse en los hechos y no en la postura subjetiva de los investigadores. Se fundamenta en la medición en las características de los fenómenos, lo cual supone derivar un marco conceptual pertinente al problema analizando una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva. Como dice Bernal (2006), este enfoque tiende a generalizar y normalizar los resultados, por lo cual este enfoque es el pertinente para aplicar en este estudio.

### 4.2. TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación definida como objeto de la presente monografía está dada por el enfoque cuantitativo, teniendo como premisa que nos basaremos en el histórico general de operación de los equipos instalados en el Establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal Casanare EPC Yopal, lo que sugiere una recolección de información de las fallas presentadas a partir de la salida de garantía de los equipos instalados y los cuales fueron suministrados con periodo de garantía de 1 y 2 años por todo concepto, por tal razón la antigüedad promedio

es de dos años para los equipos electromecánicos, por lo que se requiere de carácter urgente establecer las rutinas y el plan general de mantenimiento.

#### **4.3 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Teniendo en cuenta que se trata del desarrollo de un proyecto en una institución en la que por su índole prima y se manejan diferentes niveles de seguridad para permitir el acceso a su planta física y por ende a su información, se utilizaron las siguientes técnicas:

**Análisis de Documentos, Registros y Material Bibliográfico:** En este tipo de investigación se consultaron documentos, que se entienden como registro realizados sobre papel, tales como códigos, libros, revistas, catálogos, manuales, los cuales ayudaron de manera valiosa para entender el fenómeno central de estudio, por cuanto sirvieron para conocer los antecedentes de un ambiente, las experiencias, vivencias o situaciones y su funcionamiento en cada área de estudio.

#### **4.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

El plan de recolección de datos para este proyecto se hace mediante fuentes primarias y secundarias y se basa en la recolección de datos haciendo el chequeo a las instalaciones, procesos y equipos del establecimiento penitenciario y carcelario del municipio de Yopal Casanare, de normas, manuales y catálogos de equipos que tratan sobre el planteamiento del problema que hace que nazca este proyecto.

## **5. PROPUESTA Y PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL EPC YOPAL**

Se propone la creación de un plan de mantenimiento preventivo para el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal teniendo en cuenta que hoy día se presentan fallas en los equipo y por ende en los procesos que son vitales en la estabilidad social y de funcionamiento del establecimiento debido a que por su naturalidad maneja una población vulnerable por su condición. Observando el trasfondo del desequilibrio que se presenta en los procesos y revisando los procedimientos que se realizan para tratar de mantener la funcionalidad de estos se deja entre ver la necesidad del diseño y creación de un plan de mantenimiento.

Teniendo en cuenta que por falta de un plan de mantenimiento se evidencia el mal funcionamiento del establecimiento y haciendo uso de la conceptualización y documentación teórica sobre mantenimiento contenida en el presente proyecto, se diseña un plan de mantenimiento preventivo apto e idóneo para la institución el cual será fácil de entender y ejecutar de la manera como se propone.

### **5.1 DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El diseño del programa de mantenimiento preventivo, el cual considera la realización de actividades sobre equipos por personal técnico de mantenimiento o por los proveedores de los mismos siguiendo rutinas predefinidas, programadas para cumplirse diaria, semanal, mensual, semestral o anualmente y que además opera sobre la base de evitar la ocurrencia de fallas durante la utilización normal de cualquier equipo, se llevara a cabo mediante dos fases, las cuales cada una estipula unas especificaciones iniciales que conllevaran al desarrollo de un buen plan de mantenimiento. Este diseño se aplicara teniendo en cuenta las políticas de seguridad que demanda el INPEC.

**5.1.1 FASE No 1. Inspección visual y toma de datos básicos:** Esta fase inicia con la visita a campo para la realización de inspección visual y toma de datos desde cero de cada uno de los procesos y así mismo cada uno de los equipos (máquinas eléctricas, mecánicas, infraestructura, dotación estructural, etc.) que los conforman. Para esta labor y como consecuencia de la misma se establecen los pasos que se relacionan a continuación:

1. Recolección de información (Inventario).
2. Creación de bitácoras.
3. Creación de hojas de vida.
4. Elaboración de procedimientos de mantenimiento predictivo y preventivo a partir de las recomendaciones de los fabricantes (manuales).

5. Calibración de equipos de medida.
6. Creación de rutinas de mantenimiento basado en manuales.
  - a. Mantenimiento predictivo (Mensual, Trimestral, Anual)
  - b. Mantenimiento preventivo (Mensual, Trimestral, Anual)
7. Creación de cronograma de actividades.
8. Programación de recursos Humanos.

El presente proyecto establece como base de inicio del plan de mantenimiento la fase No. 1, es decir, las anteriores actividades con el fin de garantizar la estabilidad del sistema actual. A partir del diseño de este plan de mantenimiento se consolidará la información con el fin de avalar la siguiente fase.

**5.1.2 FASE No 2. Análisis a equipos, consumibles y presupuesto:** Con la información recopilada en la Fase No. 1, se pasa a hacer el análisis a equipos y procesos, y de esta manera empieza la evaluación económica o de presupuesto que demandará llevar a cabo el plan de mantenimiento. Para tal efecto se establecen los siguientes pasos:

1. Análisis de criticidad de los equipos.
2. Análisis estadístico de fallas en los equipos.
3. Creación de Ordenes de trabajo.
4. Evaluación de repuestos y consumibles, (básicos y críticos).
5. Presupuesto para mantenimiento por área y total.
6. Cambio de equipos por obsolescencia.

Para la implementación del plan de mantenimiento se recomienda garantizar la correcta ejecución de la primera fase del mismo, para de esta manera poder ejecutar la segunda fase, la cual es necesaria para así mismo poder establecer los lineamientos generales de la actividad de mantenimiento para el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal Casanare.

## **5.2 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

Teniendo como premisa garantizar el buen desarrollo del plan de mantenimiento, a continuación se especifica los lineamientos a seguir con cada uno de los ítems de cada fase, a los cuales se les deben dar estricto cumplimiento.

**5.2.1 FASE No 1. Visita de inspección visual y toma de datos básicos:** En este ítem de inicio del plan de mantenimiento, se establecerá entre otros como mínimo los puntos relacionados a continuación para abonar la continuación en el desarrollo del plan.

**5.2.1.1 Recolección de información (Inventario general de equipos):** Se relacionarán todos los equipos de cada uno de los procesos que operan en el establecimiento con el fin de establecer la cantidad de los mismos y codificarlos. El anexo A muestra los listados de equipos a intervenir del Establecimiento Penitenciario y Carcelario de Yopal.

Para este primer ítem se propone una plantilla como la que muestra la tabla 2.

Tabla 2. Plantilla para Inventario de equipos (máquinas).

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>PLANTA ELECTRICA AUXILIAR</b>						
PLANTA LECTRICA	PEL PERKINS GENERADOR STAMFORD	625 KVA		08/02/2010	08/02/2012	EDIFICIO - Y09 CUARTOS TECNICOS
BOMBA SUMERGIBLE	BARNES	1/2HP		08/02/2010	08/02/2011	EDIFICIO - Y09 CUARTOS TECNICOS

Durante la elaboración del inventario de cada uno de los equipos se debe tomar adicionalmente la información que se relaciona a continuación:

- a. **Parámetros básicos de operación (Voltaje, Corriente, presión, temperatura, nivel de líquidos, etc.):** Es necesario conocer los parámetros básicos de operación con el fin de garantizar que la rutina de inspección diaria muestre algún tipo de evidencia de fallo por el cambio repentino de uno de estos parámetros.
- b. **Inspección visual de fugas o fallas visibles:** Con este ítem se garantiza que por lo menos las fallas visibles estén controladas y puedan ser detectadas a tiempo.

Con la información adquirida hasta este punto se generará una base de datos complementada con los catálogos, libros técnicos, planos de instalación, manuales de operación y demás información que se encuentre de los equipos actuales, la

cual se ubicará en un espacio amplio, limpio, libre de humedad y debidamente clasificada, codificada y ordenada por equipo o grupo de equipos. La tabla 3 muestra una propuesta para llevar a cabo esta tarea.

Tabla 3. Formato documentación técnica.

DOCUMENTOS TECNICOS			
CODIGO	NOMBRE	EQUIPO	Codigo
AA01-01	Manual de operación equipo de enfriamiento Chiller	Chiller No. 1	PNSH01YP

**5.2.1.2 Creación de bitácoras:** Se debe crear una bitácora de O&M de cada uno de los equipos, con el fin de asegurar el registro de las actividades en medio físico y de ser posible electrónico de cada una de las actividades realizadas en los equipos, las cuales serán utilizadas en la fase dos para estadísticas de operación y mantenimiento y con esto realizar nuevas propuestas de mantenimiento, analizar tiempo entre fallas TBF, Tiempo total de operación TTO, Tiempo medio entre fallas MTBF, Tiempo para restaurar TTR, etc., y/o rediseño del presupuesto de mantenimiento.

Basados en la experiencia y teniendo en cuenta cada uno de los conceptos de los autores, quienes desempeñan labores de mantenimiento en industrias con diferentes fines, se propone utilizar el formato de bitácora que muestra la tabla 4.

Tabla 4. Formato de bitácora.

Nombre del Equipo:			Generador 1				Ubicación:		Switch Siberia	
Marca:			Cummins				QST-30		Serie: 37234567	
Fecha de realización de (dd/mm/aaaa)			FECHA	OT	Descripción de la actividad realizada	Empresa	Repuestos o Materiales Utilizados	Nombre del profesional o Técnico		
Mantenimiento	Calibración	Mantenimiento								
x			11/03/2014		Encendido programado automatico	Telefonica		Helmer Buitrago		
		x	18/03/2014		Reset falla nivel de combustible	Telefonica		Edwin Zea		
x			23/03/2014		Encendido programado automatico	Telefonica		Helmer Buitrago		
x			25/03/2014		Encendido programado automatico	Telefonica		Edwin Zea		
		x	25/03/2014		Reset falla nivel de combustible	Telefonica		Edwin Zea		
			27/03/2014		Pruebas con carga 2 h	Telefonica		Dairo Agudelo/Edwin Zea		
x			28/03/2014		Completar nivel de ACPM	Telefonica		Edwin Zea		
x			29/03/2014		Pruebas capacidad	Telefonica Equitronica		Telefonica/Equitronica		
x			01/04/2014		Completar nivel de ACPM	Telefonica		Edwin Zea		
		x	07/04/2014		Conexión a trasiego de combustible	Equitronica		Jhon Feria		
x			08/04/2014		Encendido programado automatico	Telefonica		Edwin Zea		
x			17/05/2014		Se hace revision de liquidos, todo dentro de lo normal	Telefonica		Dairo Agudelo		
X			18/06/2014		Pruebas mensuales con carga	Telefonica		Constanza Godoy		
X			24/06/2014		Encendido programado automatico	Telefonica		Edwin Zea		
X			08/07/2014		Encendido programado automatico	Telefonica		Edwin Zea		

**5.2.1.3 Creación de hojas de vida:** Se requiere garantizar la información de O&M de cada uno de los equipos, por tal razón es necesario crear hojas de vida las cuales se alimentarán de las bitácoras de O&M, con el fin de llevar el historial general de la máquina y poder determinar todos los parámetros a tener en cuenta para la elaboración de estrategias de mantenimiento, cambio de equipos, actualización de software y hardware, elaboración de presupuesto y demás que esta conlleva.

Teniendo en cuenta el tipo de equipos que se operan en cada uno de los procesos que cooperan con la funcionalidad del establecimiento se propone un modelo de hoja de vida como el que muestra la tabla 5.

Tabla 5. Modelo hoja de vida.

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS

INFORMACION GENERAL										
CODIGO DEL EQUIPO 1			NOMBRE DEL EQUIPO 2				PROVEEDOR 3			
FECHA DE PUESTA EN SERVICIO 4			SERVICIOS 5	AIRE 6	AGUA 7	VAPOR 8	ENERGIA 9	GAS 10		
CONSUMO										
No. DE MOTORES 11	10	No. DE BOMBAS 12	11	No. DE COMPRESORES 13	12	No. DE SOPLADORES 14				
INFORMACION DEL PROVEEDOR										
NOMBRE DEL CONTACTO 15				DIRECCION / CIUDAD / TELEFONO 16						
INFORMACION DE MOTORES										
No. SERIE 17	UBICACION 18			PROTECCION 19	V. NOMINAL 20	A. NOMINAL 21	POTENCIA 22			
PARTES CRITICAS										
CODIGO 23	NOMBRE 24			UBICACION 25	CANTIDAD 26	STOCK MINIMO 27				
SISTEMAS DE CONTROL										
TIPO 28	IDENTIFICACION 29			UBICACION 30	CARACTERISTICAS 31					
PLANOS DISPONIBLES 32			CATALOGOS DISPONIBLES 33				RUTINAS DE MANTENIMIENTO 34			
REPORTE DE ACTIVIDADES CORRECTIVAS					REPORTE DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS					
FECHA 35	ACTIVIDADES 36		ORDEN DE SERVICIO 37	FECHA 38	ACTIVIDADES 39		RUTINA 40	TIEMPO 41		
34	35		36	37	38		39	40		

**5.2.1.4 Calibración de equipos de medida:** Es necesario la calibración de los equipos de medida con que cuenta el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal, con el fin de garantizar las medidas reales que puedan compararse con los parámetros básicos recomendados por el contratista. Es claro que los equipos de medida presentan cambios en las medidas por uso o por tiempo de calibración, entre otros equipos pueden estar los siguientes:

- ✓ Cámaras termográficas
- ✓ pinza amperimétrica
- ✓ Multímetro

- ✓ Pistola termográfica,
- ✓ etc.

La calibración se debe realizar y garantizar en un laboratorio debidamente registrado y autorizado por un ente nacional y se debe legitimar mediante el certificado de calibración con fecha y vigencia de calibración del equipo y el resultado del mismo.

**5.2.1.5 Creación de procedimientos de mantenimiento predictivo y preventivo partir de la recomendación de los fabricantes:** Los procedimientos son la base para implementación de las actividades de mantenimiento, en estos se entrega de forma clara y explícita cada una de las actividades a realizar y se indica todas las consideraciones a tener en cuenta para la ejecución de los mantenimientos a fin de minimizar los riesgos asociados y poder garantizar la operatividad de los equipos, igualmente este indicará los requerimientos mínimos necesarios para poder ejecutar la actividad de mantenimiento..

**5.2.1.6 Creación de rutinas de mantenimiento basado en manuales:** Las rutinas de mantenimiento tienen una especificación técnica de cada uno de los fabricantes, sin embargo en ocasiones son muy conservadores en el factor de riesgo que asocian y puede causar sobrecostos, por lo que se hace necesario implementar esta actividad como parte del inicio del plan de mantenimiento pero la operación propia del equipo indicará cual será el mejor cronograma de ejecución con el fin de garantizar siempre la operatividad del equipo, es claro que la experiencia del ejecutor y la operación del equipo darán la base para un ajuste más fino al plan de mantenimiento y de esta forma garantizar la operación y funcionamiento del equipo y la reducción de costos.

- a. **Mantenimiento predictivo:** Una vez implantado el plan de mantenimiento preventivo y basados en la criticidad del (los) equipo, se podrá realizar un plan nuevo de mantenimiento predictivo que pueda lograr mantener la infraestructura electromecánica con disponibilidad y confiabilidad necesaria para operar, lo anterior basados que el mantenimiento predictivo muestra y encuentra las fallas asociadas a los equipo y que no pueden ser evidentes ante una inspección visual o rutina diaria de mantenimiento preventivo.
- b. **Mantenimiento preventivo:** se creará el documento que establece las actividades de lubricación, limpieza, reparación, cambio de partes, mediciones eléctricas y de toma de muestras realizadas sobre un equipo, realizadas con las recomendaciones del proveedor del equipo y/o a partir de las fallas presentadas en la operación de los equipos.

Como se describe en el punto anterior es por recomendación del fabricante y no necesariamente es el destinado a plantearse en la normal operación del plan de mantenimiento, simplemente es la base pero deberá ajustarse basado en los históricos y la experiencia de fallas, operación y confiabilidad en el momento que se requiera.

**5.2.1.7 Creación de cronograma de actividades:** El cronograma de actividades describe las fechas y tiempos que las actividades pueden requerir, así mismo el encargado, el equipo, repuestos, observaciones y demás elementos que se consideren críticos para la ejecución del mantenimiento.

Acorde a los equipos que componen cada uno de los procesos del establecimiento en la tabla 6, se muestra el cronograma idóneo que se propone para tal fin.

Tabla 6. Modelo cronograma de actividades.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	<b>Cronograma de mantenimiento switch Celta (siberia) - 2014</b>														
2															
3	PROY	EQUIPO	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	CONTRATISTA O	RUTINA	DOCUMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	
4	<b>SUBESTACION</b>														
5		Celdas	Inspeccion y revision de protecciones	Contratista	12M	Informe									
6		Interruptor	Toma de corrientes maximas y actuales del sistema en general, Potencia activa, Potencia Aparente, Potencia reactiva, factor de potencia, temperatura, voltaje de fase, voltaje de linea	Ing Electromecanico	1 M	Formato Inspeccion mensual									
7		Damper	Prueba de operación de damper de SPCI	Ing Electromecanico	1 M	Formato Inspeccion mensual									
8		Extractores	Prueba (Operación en manual)	Ing Electromecanico	1 M	Formato Inspeccion mensual									
9		Trafos	Mantenimiento, Inspeccion, termografia, prueba de tangente delta, relacion de transformacion, resistencia ohmica de devanados, resistencia de aislamiento, indice de polarización, relacion de perdidas y capacitancia, incluye mantenimiento de celda NEX	Contratista	12M	Informe									
10	<b>CUARTO ELECTRICO</b>														
11		Revison de Tableros	Verificación de lecturas de Micrologic, temperatura de bornes de transformadores de 75 KVA, corrientes generales en HMI y micrologic de interruptores	Ing Electromecanico	1 M	Formato Inspeccion mensual									
12		Damper	Prueba de operación de damper del SPCI, temperatura de transformadores	Ing Electromecanico	1 M	Formato Inspeccion mensual									
13		Revison de HMI	Verificar procedimiento y bajar alarmas de equipo, incluye si es necesario informe de fallas, lecturas del mismo, revision de operación en remoto.	Ing Electromecanico	1 M	Formato Inspeccion mensual									

**5.2.1.8 Ejecución del plan de mantenimiento:** A partir de la información anterior, podríamos decir que se puede ejecutar el plan de mantenimiento básico, lo cual indica el inicio del departamento de mantenimiento, ya que una vez se crean todos los conceptos base de la implementación podremos definir los requerimientos para la justificación de cada una de las actividades, en principio y

teniendo en cuenta que son equipos relativamente nuevos, teniendo en cuenta que el total de estos no opera 7X24X365 y no supera 2 años de la instalación, podrían garantizar una buena ejecución del Plan de Mantenimiento y el éxito del mismo. En la tabla 7 se detalla el desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo para el EPC Yopal.

Tabla 7. Desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo para el EPC Yopal.

No.	QUE HACER Y CÓMO HACERLO	RESPONSABLE	CONTROL	TIEMPO
1	<p>INICIAR</p> <p>Asignar Equipos. (ver instrucción )</p> <p>Cuando un equipo sea puesto en servicio por primera vez en cualquier dependencia, una persona del área de mantenimiento se hace responsable de su atención. (ver instrucción 5.2.2.1 )</p>	<p>Responsable del Área de mantenimiento de la Sede Central y/o en la Dirección Regional</p>	<p>Jefe de División de Servicios Administrativos, Director Regional o Director del Establecimiento verificando la asignación de equipos</p>	<p>Una vez el equipo ha sido asignado a la dependencia</p>
2	<p>Preparar hoja de vida</p> <p>Cada vez que un equipo sea puesto en servicio por primera vez o se realicen reparaciones que modifiquen el mismo, parcial o completamente, se debe preparar la correspondiente</p>	<p>Técnico de Mantenimiento Asignado</p>	<p>Responsable del Área de Mantenimiento verificando la existencia de las hojas de vida</p>	<p>En el momento del servicio</p>

	hoja de vida del equipo. (Ver tabla 6)			
3	Preparar Mantenimiento  Siguiendo las instrucciones del ítem 5.2.2.3 se preparara el programa de mantenimiento preventivo	Responsable del Área de Mantenimiento	Jefe de División de Servicios Administrativos, Director Regional o Director del Establecimiento o mediante seguimiento	Quincenalmente
4	Preparar rutina de mantenimiento  Cada vez que un equipo sea puesto en servicio por primera vez o cada vez que se realicen mantenimientos que modifiquen el equipo parcial o completamente, se debe preparar la correspondiente rutina de mantenimiento preventivo siguiendo las instrucciones del numeral 5.2.2.2.	Técnico de Mantenimiento Asignado	Responsable del Área de Mantenimiento verificando el documento	Una vez revisado y aprobado el programa mensual del área
5	Realizar trabajos de mantenimiento  Se efectúan las actividades definidas en el programa, siguiendo las instrucciones de la	Técnico de Mantenimiento	Responsable del Área de Mantenimiento verificando los trabajos realizados	Al revisar la aplicación del programa y el cumplimiento de la rutina

	rutina propuesta para cada equipo, según instrucción 5.2.2.4.			
6	<p>Verificar el mantenimiento.</p> <p>Al finalizar la actividad de mantenimiento preventivo la persona asignada verifica que el equipo que ha sido intervenido funciona correctamente. Ningún equipo o área se entrega a los usuarios del mismo sin que el técnico de mantenimiento haya verificado que se encuentra en condiciones de ser operado</p>	Responsable del Área de Mantenimiento o Técnico de Mantenimiento	Responsable del Área de Mantenimiento revisando el funcionamiento de los equipos	En el momento de verificar el cierre de la actividad
7	<p>Reportar los mantenimientos</p> <p>Los resultados de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo se deben reportar al responsable del área y se deben trasladar como mínimo al final de cada semana a la hoja de vida con el propósito de mantener</p>	Técnico de Mantenimiento Asignado	Responsable del Área de Mantenimiento revisando los informes	Mediante revisión circunstancial de hojas de vida

<p>actualizado en todo momento el comportamiento de los equipos. Una vez al mes se preparara un reporte para la Dirección Regional y esta a su vez a la Dirección de Servicios Administrativos y grupo de mantenimiento con los resultados del mantenimiento preventivo obtenido en el periodo de acuerdo con lo expuesto en las instrucciones del numeral 5.2.2.5.</p>			
---	--	--	--

## 5.2.2 Instrucciones para procedimiento de mantenimiento preventivo en el EPC Yopal.

**5.2.2.1 Asignación de equipos:** Para asignar los equipos y/o áreas de trabajo es necesario considerar su complejidad, el número de actividades preventivas que demanda, y la asignación de equipos y/o áreas de trabajo se realiza garantizando equidad en la carga de trabajo de cada persona del área de mantenimiento, se informa mediante un oficio y se comunica a todos los responsables del área.

**5.2.2.2 Elaboración de la rutina de mantenimiento preventivo:** Las rutina de mantenimiento preventivo constituyen un documento susceptible de modificaciones en el tiempo, y por tal razón debe existir un control de su versión por parte del analista de organización y métodos. Su elaboración es responsabilidad del técnico de mantenimiento, la revisión en su contenido es responsabilidad del encargado del área de mantenimiento y la aprobación del subdirector del establecimiento.

Es responsabilidad de organización y métodos, el conservar las rutinas de mantenimiento que se identifiquen como obsoletas y garantizar la disponibilidad de las rutinas actualizadas para cada técnico del área. Las modificaciones que se realicen sobre cada rutina deben contar con el aval del responsable del área de mantenimiento y del subdirector del establecimiento.

Para elaborar la rutina de mantenimiento, las personas involucradas deben considerar las recomendaciones que el fabricante de cada equipo provee sobre limpieza, lubricación, revisión de partes, mediciones periódicas y toma de muestras. En la elaboración de cada rutina es prioritario identificar las actividades que pueden ser programadas, la frecuencia con la cual se deben realizar, los repuestos como partes intercambiables requeridas para su realización y los insumos o elementos de consumo necesarios para poder realizarlos. En la columna que identifica, se deben precisar las referencias, nombres técnicos, nombres comerciales y en general la información que permita establecer el tipo de elemento requerido para cumplir con la actividad.

En la elaboración de cada rutina, es necesario considerar la historia de fallas encontrada durante la operación del equipo, de tal manera que se programen actividades que eviten la repetición de las mismas. En las rutinas de mantenimiento preventivo es posible asignar responsabilidades de limpieza y lubricación a las personas responsables de coordinar la operación de los equipos en las diferentes áreas del centro penitenciario, previa inducción o entrenamiento por parte del área de mantenimiento. Sin embargo es responsabilidad del técnico de mantenimiento asignado garantizar que estas actividades se están realizando de acuerdo a lo definido en cada rutina.

La frecuencia de ejecución de las actividades descritas en cada rutina se deben establecer de acuerdo con las recomendaciones del proveedor y si está disponible, con la estadística de fallas presentada durante la operación de los equipos. Cualquier cambio en frecuencia para una determinada actividad debe contar con el consenso del personal del área de mantenimiento y debe tener en cuenta las posibles implicaciones para el desempeño del equipo mientras se encuentre en operación.

Con el propósito de facilitar la ejecución de cada rutina, se recomienda incluir instrucciones simples para la realización de cada actividad de tal manera que orienten al técnico en su ejecución. Si la instrucción es larga o compleja en su descripción se debe garantizar entrenamiento previo para garantizar el total conocimiento del equipo, antes de iniciar la intervención del mismo. De cualquier manera en cada rutina de mantenimiento preventivo y en frente de cada actividad, se deben indicar las acciones básicas a tener en cuenta para su realización.

**5.2.2.3 Elaboración del programa de mantenimiento preventivo:** El programa de mantenimiento preventivo permite consolidar en pocas hojas las actividades que debe cumplir el técnico de mantenimiento a uno o a varios equipos. La elaboración del programa de mantenimiento corresponde al responsable del área quien en conjunto con el técnico asignado verifica las acciones a desarrollar, el tiempo necesario para poderlas completar, la carga de trabajo de acuerdo con la complejidad de las tareas y la del mismo equipo, la necesidad de contar con la asistencia telefónica o personal del proveedor y el número de actividades correctivas pendientes de ejecución según lo indican las ordenes de servicios pendientes. En la preparación del programa se debe garantizar que exista equilibrio en la carga de trabajo que se asigna a las personas que componen el área.

Para la preparación del programa es necesario verificar la hoja de vida de los equipos y confrontar las actividades cumplidas, aplazadas y suspendidas; verificar las órdenes de servicio pendientes de realización en los próximos días; y las actividades que propone cada rutina de mantenimiento preventivo. El responsable del área llena el formato de programación, el nombre del equipo, el número de la rutina, enfrente de cada rutina el número de la actividad que se debe desarrollar y frente a cada actividad marcar con una X los días en los cuales se debe ejecutar. Para la realización de cada actividad, el técnico de mantenimiento debe disponer de la correspondiente rutina y/o tener conocimiento de las actividades a desarrollar.

Si en el desarrollo de la quincena es necesario efectuar cambios en el programa de mantenimiento preventivo será el responsable del área quien realiza los ajustes que corresponda y difunde la información entre las personas del área.

Durante la preparación del programa de mantenimiento preventivo se debe verificar la necesidad de realizar labores en áreas que normalmente están ocupadas por internos. Estas actividades se deben programar en conjunto con el comandante de vigilancia con el propósito de obtener autorizaciones para el ingreso a áreas restringidas y asegurando que sea posible parar los equipos para cumplir con el programa. Las rutinas de mantenimiento preventivo que impliquen la parada de equipos desarmar partes y manejo de herramientas, deben realizarse en horarios que no interfieran con el funcionamiento normal del área donde se ubican los equipos acompañado siempre del personal de vigilancia que se determine como necesario.

**5.2.2.4 Realización del trabajo de mantenimiento preventivo:** La persona que sea programada debe ejecutar un análisis previo de herramientas requeridas de tal manera que optimice su intención sobre el equipo.

El técnico de mantenimiento asignado a labores preventivas en áreas de acceso restringido debe garantizar el control de las herramientas que le son asignadas, controlando su ubicación mientras efectúa la labor asignada, verificando permanentemente el inventario entregado y confrontando antes de abandonar el lugar que no deja ninguna herramienta en el sitio.

Si no es posible cumplir con una o varias de las actividades programadas, el técnico de mantenimiento debe informar las razones al responsable del área.

Si la actividad puede suspenderse, se realiza la respectiva justificación en el informe mensual preventivo.

Si es obligatorio el cumplimiento de la actividad, se reprograma solucionando los inconvenientes que impidieron su realización.

#### **5.2.2.5 Elaboración del informe mensual de mantenimiento preventivo:**

Mensualmente el responsable del área de mantenimiento prepara un informe titulado "Informe Mensual de mantenimiento Preventivo" utilizando como base para su elaboración la información consignada en las hojas de vida de los equipos y los programas de mantenimiento cubiertos durante el mes. Este informe debe indicar como mínimo:

1. Las horas totales empleadas en actividades de mantenimiento preventivo en el establecimiento penitenciario y carcelario.
2. La distribución de horas por equipo atendido.
3. La distribución de horas por técnico de mantenimiento.
4. Las rutinas de mantenimiento preventivo cumplidas en el periodo.
5. Las actividades de mantenimiento preventivo suspendidas.
6. Las actividades de mantenimiento preventivo aplazadas.
7. Un balance de los repuestos empleados en el desarrollo de cada rutina.
8. Las recomendaciones del responsable del área para mejorar el cumplimiento de los programas que se diseñan quincenalmente. Cada ítem de información lo constituyen graficas de barras y/o pastel y texto escrito con la interpretación de las mismas.

El análisis de los tiempos permite establecer la proporción de tiempo de mantenimiento empleado en actividades preventivas, verificar la posibilidad de optimizar las rutinas de mantenimiento preventivo existentes con el fin de facilitar su realización, la manera en la cual se emplea el tiempo de las personas de mantenimiento y los técnicos de mantenimiento con mayor carga de trabajo preventivo. El balance de rutinas de mantenimiento cumplidas, las actividades de mantenimiento preventivo suspendidas y las actividades de mantenimiento aplazadas, permite explicar las dificultades encontradas en la realización del mantenimiento preventivo como falta de personal, sobrecarga de trabajo, falta de

repuestos y disponibilidad de presupuesto, entre otros. Así mismo el balance de repuestos empleados permite al responsable del área verificar la exactitud de los inventarios disponibles para responder a actividades programadas e indicadas como necesarias, la necesidad de aumentar o disminuir el nivel de inventarios por ítem, identificar nuevas partes críticas en cada equipo y garantizar que se mantengan repuestos concordantes con el tiempo de servicio.

Este informe se entrega al subdirector del establecimiento para que con el apoyo del responsable del área financiera realicen análisis orientados a optimizar el uso de los recursos financieros dispuestos para mantenimiento de equipos, para definir la necesidad de realizar inversiones y para coordinar la ejecución de acciones de mejoramiento global.

Se considera que el Plan de Mantenimiento, tendrá un periodo para la implementación y comienzo de ejecución de 24 meses, que sugiere un periodo corto si contamos la vida útil de los equipos aproximada en 10 años.

**5.2.3 FASE No 2. Análisis a equipos y presupuesto:** La fase No. 2 de este Plan de mantenimiento requiere del acompañamiento de un Especialista en Gerencia de Mantenimiento que garantice la construcción de un proceso más fino de ejecución del mantenimiento, basado en la información generada y construida en la Fase No. 1. Y que pone como principio la elaboración de estrategias gerenciales en el manejo de la información y garantizará la vida del plan de Mantenimiento.

**5.2.3.1 Análisis de criticidad:** Propone la criticidad de cada equipo dentro del funcionamiento de la penitenciaria y sus diferentes áreas de operación, creando una escala donde se indique la afectación a los procesos, la cuantificación de la afectación y en general todos los parámetros que puedan ser críticos y que afectan directamente al proceso, es decir que medirá el efecto, la velocidad de solución y la frecuencia u ocurrencia, lo que indicará dicho en otras palabras la magnitud del problema, sin embargo para este efecto es necesario tener estadísticas, historial de los equipos, es decir tener la fase No. 1 Implementada y en operación por un periodo mínimo de un año.

**5.2.3.2 Análisis estadístico de fallas:** El análisis de fallas es clave en la implementación fina del plan de mantenimiento teniendo en cuenta que nos dará la base para la ejecución de rutinas de mantenimiento en frecuencia o periodos más exhaustivos o exactos con el fin de garantizar la operación de los equipos en todo momento.

Para tal efecto es necesario tener un historial confiable donde pueda generarse estadística que permita tomar decisiones y que pueda garantizar la operación, entre otras es necesario tener lo siguiente:

1. Fallas del equipo.
2. Causas de la falla.
3. Tiempo de parada.
4. Tiempos de solución.
5. Accidentalidad ocasionada por la maquina.
6. Costo de la recuperación de producción de la maquina.
7. Costo de la reparación.

Así podrán realizarse estadísticas, como son:

1. MTBF: Tiempo medio entre fallas.
2. MTTR: Tiempo de reparación.
3. DISPONIBILIDAD:  $(MTBF/MTBF+MTTR)$
4. TTO: Tiempo total de operación.
5. TTR: Tiempo total de restauración.

Igualmente se puede generar estadísticas que puedan dar como resultado un mantenimiento más riguroso y efectivo que podrá ser implementado en una fase No. 3 que puede incluir un programa de mantenimiento sistematizado y automático en su entrega estadística.

**5.2.3.3 Creación de Órdenes de Trabajo (OT):** Se requiere una organización de la comunicación y/o informe de falla en los equipos de cada área, para cual se creará un formato de OT que pueda garantizar la información y el arreglo en el tiempo real y no ocasionar demoras perjudiciales para la operación y donde se exponga de manera pormenorizada la falla para que el departamento técnico pueda iniciar el proceso de evaluación y solución de la falla.

**5.2.3.4 Evaluación de repuestos y consumibles, (básicos y críticos):** La evaluación de repuestos y consumibles, sugiere un inventario mínimo de repuestos considerable para los equipos críticos y que puedan en algún momento generar paradas largas por su disponibilidad, costo, rotación o demás variables que puedan generar tiempos inactivos largos.

**5.2.3.5 Presupuesto para mantenimiento por área y total:** El presupuesto para mantenimiento es un rubro que requiere de un análisis muy riguroso ya que puede ser una cuenta que tiende a generar errores que impiden la realización del

cumplimiento del mantenimiento o en sobre costos que pueden ocasionar el rediseño del departamento, se considera que el presupuesto para mantenimiento debe contar con por lo menos los siguientes puntos:

- ✓ Mano de obra.
- ✓ Materiales.
- ✓ Medios y herramientas.
- ✓ Servicios a contratar.
- ✓ Cambio de equipos.

Por lo que se debe tener un muy buen análisis estadístico y conocimiento pleno de los equipos, ya sea por experiencia de operación (estadísticas) o para la iniciación del plan de mantenimiento por recomendación del fabricante de los equipos, el cual se sugiere revisar al paso del primer año de ejecución y con un tiempo que no supere los dos años, ya que cada vez los equipos van aumentando el tiempo de operación y por ende acercándose a su vida útil programada, es recomendable que el valor total del mantenimiento no supere el 7% del valor del equipo o del valor de producción, de lo contrario se recomienda el cambio del mismo.

**5.2.3.6 Cambio de equipos por obsolescencia:** Dentro del presupuesto y como parte de las actividades es necesario contemplar un rubro para cambio de equipos que define el cambio de equipo ya sea por obsolescencia o por deterioro prematuro.

El cambio de equipos por obsolescencia deberá obedecer a los equipos que por su vida útil puedan empezar a generar costos adicionales o que puedan entrar en estado de falla permanente pasado el periodo proyectado con un mantenimiento preventivo efectivo.

La decisión de cambiar máquinas o equipos, merece la atención ya que puede hacerse en tiempos que pueden no generar una justificación real, para el objeto de este trabajo puede sugerirse varios puntos para el cambio así:

- ✓ Altos costos de mantenimiento.
- ✓ Fallas inesperadas o de difícil solución.
- ✓ Aumento de la operación y capacidad del equipo
- ✓ Cambio de tecnología en la compañía.
- ✓ Baja producción comparada con la demanda.
- ✓ Edad de la maquina
- ✓ Costo de la implementación vs necesidad.

Así las cosas es una decisión que no puede ser apresurada y pueda dar lugar a grandes inversiones cuando no se ha presupuestado su remplazo.

## 6. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó una estrategia de mantenimiento para todos los equipos que forman parte de los procesos y funcionamiento del establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal EPC Yopal y se diseñó el plan de mantenimiento preventivo, el cual será aplicable a cada uno de los procesos de la institución.
- ✓ Se realizó un diagnóstico del estado actual de la gestión de mantenimiento en el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal E.P.C Yopal y con lo obtenido se planteó la propuesta de plan de mantenimiento preventivo.
- ✓ Se diseñó la estrategia y la organización de la documentación de cada activo para la creación de hojas de vida, fichas técnicas, tarjetas de costos y generar una base de datos con la información.
- ✓ Se diseñó y estableció el formato para inventario de equipos por áreas del establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal E.P.C Yopal y se realizó el inventario.
- ✓ Se propuso y elaboró un diseño de plan maestro de mantenimiento preventivo para el establecimiento penitenciario y carcelario de Yopal E.P.C Yopal, basados en visitas técnicas de campo, análisis y diagnósticos realizados a prácticas de mantenimiento implementadas actualmente.

## 7. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la organización e implementación del presente plan de mantenimiento, teniendo como base la vida útil de los equipos y el inicio de actividades del establecimiento con el fin de garantizar la confiabilidad y operatividad de los equipos.
- ✓ Crear el departamento de mantenimiento para iniciar con las actividades básicas del plan de mantenimiento preventivo par el establecimiento.
- ✓ Agregar dentro del presupuesto anual el rubro para el mantenimiento preventivo de la institución con el fin de poder generar la implementación de manera rápida contando con recurso humano técnico, inventario de consumibles y capacitación del personal.

## BIBLIOGRAFIA

ALBARRACÍN AGUILON, Pedro. Mantenimiento predictivo: Análisis de aceites. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Cartagena, 2007

BOTERO BOTERO, Ernesto. Mantenimiento preventivo. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Cartagena 2007

CALLONI, Juan Carlos. Mantenimiento preventivo para máquinas equipos e instalaciones.

DUARTE, Juan Carlos. Fundamentos para la gestión de mantenimiento predictivo. Seminario Aciem, 2006

GOMEZ L. Iván Darío. Introducción al Mantenimiento Estratégico. Detecal 2006. Primera Edición.

GONZALES BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander.2008.108p

INPEC. Organigrama

<http://www.inpec.gov.co/portal/page/portal/Inpec/Institucion/Organizacion>

INPEC.

Reseña

histórica.

<http://www.inpec.gov.co/portal/page/portal/Inpec/Institucion/ResenaHistorica>

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

[http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_correctivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_correctivo)

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

<http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/mantenimiento-predictivo.shtml#DEFIN>Rosaler, Robert C. (2002). Manual del Ingeniero de Planta. Mac-Graw-Hill/Interamericana de Editores, S.A. de C.V.Bittel, L./Ramsey, J.

(1992). Enciclopedia del MANAGEMENT. Ediciones Centrum Técnicas y Científicas. Barcelona, España.

#### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

[http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_preventivo](http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo)

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DEL ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIO DE MEDIANA SEGURIDAD Y CARCELARIO DE EL YOPAL – Casanare

#### MANTENIMIENTO

#### TOTAL

#### PRODUCTIVO

[http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm)











MENDIBURU, Henry, Generalidades del mantenimiento, Mnografias.com

#### MONOGRAFIAS. Análisis de fallas







<http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml>

## **ANEXOS**

**ANEXO A. LISTADO DE EQUIPOS EPC YOPAL**





NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO</b>						
AIRE ACONDICIONADO SPLIT	TRANE	15 TR		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y10→ADMINISTRACION
AIRE ACONDICIONADO SPLIT	TRANE	10 T.R		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y11→SANIDAD ESPECIALIZADA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	36000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y18→PORTAL 2 SECTOR SINDICADOS
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	36000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y24→PORTAL 2 SECTOR MEDIANA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	36000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y23→SANIDAD SINDICADOS
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	36000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y25→SANIDAD MEDIANA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	36000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y10→ADMINISTRACION
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	36000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y10→ADMINISTRACION
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	24000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y12→PORTAL 2 SECTOR MINIMA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	24000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y11→RESEÑA ESPECIALIZADA

AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	24000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y11→RESEÑA ESPECIALIZADA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	24000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y23→SANIDAD SINDICADOS
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	24000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y25→SANIDAD MEDIANA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	18000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y23→SANIDAD SINDICADOS
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	18000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y25→SANIDAD MEDIANA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	12000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y01→CONTROL EXTERNO
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	12000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y34→COMANDO 1
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	12000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y35→COMANDO 2
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y23→SANIDAD SINDICADOS
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y23→SANIDAD SINDICADOS








AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y23→SANIDAD SINDICADOS
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y23→SANIDAD SINDICADOS
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y25→SANIDAD MEDIANA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y25→SANIDAD MEDIANA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y25→SANIDAD MEDIANA
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	LG	9000 BTU		23/12/2009	23/12/2010	EDIFICIO Y25→SANIDAD MEDIANA

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>CALDERAS GENERADORAS DE VAPOR</b>						
CALDERA HORIZONTAL 3 PASOS	MAINCOLSA	50BHP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→RANCHO SECTOR SINDICADOS
CALDERA HORIZONTAL 2 PASOS	MAINCOLSA	30BHP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→RANCHO SECTOR SINDICADOS
CALDERA HORIZONTAL 2 PASOS	MAINCOLSA	20BHP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→RANCHO SECTOR MINIMA
CALDERA VERTICAL 2 PASOS	MAINCOLSA	20BHP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→RANCHO SECTOR MINIMA
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	4HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→RANCHO SECTOR SINDICADOS
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	3HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→RANCHO SECTOR SINDICADOS
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	2,5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→RANCHO SECTOR MINIMA
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	2,5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→RANCHO SECTOR MINIMA
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→RANCHO SECTOR SINDICADOS
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→RANCHO SECTOR SINDICADOS

ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→RANCHO SECTOR MINIMA
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→RANCHO SECTOR MINIMA
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	DEMCO	1/2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→RANCHO SECTOR MINIMA
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	DEMCO	3/4HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→RANCHO SECTOR SINDICADOS

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>LAVANDERIAS</b>						
LAVADORA	MAINCOLSA	110Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA
LAVADORA	MAINCOLSA	66Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA
LAVADORA	MAINCOLSA	50Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
LAVADORA	MAINCOLSA	50Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
SECADORA	MAINCOLSA	110Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA
SECADORA	MAINCOLSA	66Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA




SECADORA	MAINCOLSA	50Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
SECADORA	MAINCOLSA	50Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
RODILLO	MAINCOLSA	60Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA
RODILLO	MAINCOLSA	60Lbs		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
PRENSA NEUMATICA	MAINCOLSA			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA
PRENSA NEUMATICA	MAINCOLSA			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA
PRENSA NEUMATICA	MAINCOLSA			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
PRENSA NEUMATICA	MAINCOLSA			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
COMPRESOR DE AIRE	SIEMENS	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y19→ SECTOR MEDIANA
COMPRESOR DE AIRE	SIEMENS	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>PANADERIA Y EXPENDIOS</b>						
ARMARIO REFRIGERADO	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
ARMARIO REFRIGERADO	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
VITRINA PANORAMICA REFRIGERADA	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
VITRINA PANORAMICA REFRIGERADA	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
VITRINA PANORAMICA REFRIGERADA	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
AMASADORA SPIRAL MIXER	WESTON	4HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
AMASADORA SPIRAL MIXER	WESTON	4HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA










BATIDORA 50L AUTOMATICA	MAQUIN	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
BATIDORA 50L AUTOMATICA	MAQUIN	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
CUARTO CRECIMIENTO PANADERIA CCE001	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
CUARTO CRECIMIENTO PANADERIA CCE002	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
HORNO MINICOMETA ROTATORIO A GAS	WESTON			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
HORNO MINICOMETA ROTATORIO A GAS	WESTON			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA







CILINDRADORA	DIDEMAS	4HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
CILINDRADORA	DIDEMAS	4HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
CORTADORA	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
CORTADORA	DIDEMAS			18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
BASCULA ELECTRONICA INDUSTRIAL	FABASCOM	500Kg		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA
BASCULA ELECTRONICA INDUSTRIAL	FABASCOM	500Kg		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y14→ SECTOR MINIMA








NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>PLANTA ELECTRICA AUXILIAR</b>						
PLANTA LECTRICA	PEL PERKINS GENERADOR STAMFORD	625 KVA		08/02/2010	08/02/2012	EDIFICIO - Y09 CUARTOS TECNICOS
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	1/2 HP		08/02/2010	08/02/2011	EDIFICIO - Y09 CUARTOS TECNICOS

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) Y POZOS PROFUNDOS</b>						
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	7.5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP

ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	7.5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP
ELECTROBOMBA DOSIFICADORA TIPO DIAFRAGMA	CHEM - TECH	0 A 30 Gal/día		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP
ELECTROBOMBA DOSIFICADORA TIPO DIAFRAGMA	CHEM - TECH	1 A 30 Gal/día		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP
ELECTROBOMBA DOSIFICADORA TIPO DIAFRAGMA	CHEM - TECH	2 A 30 Gal/día		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE TIPO LAPICERO	FRANKLIN ELECTRIC	15HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE TIPO LAPICERO	FRANKLIN ELECTRIC	15HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y37 - PTAP

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>EQUIPOS DE BOMBEO RED HIDRAULICA Y RED CONTRAINCENDIOS</b>						
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	25HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	25HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	15HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	15HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA ALTA PRESION	BARNES	6.6HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA ALTA PRESION	BARNES	6.6HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	SIEMENS	100HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA ALTA PRESION	SIEMENS	6.6HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	1/2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y38 - TANQUE

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA DEL EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	FOTO DEL EQUIPO	FECHA DE RECIBO	FECHA DE TERMINACION GARANTIA	UBICACIÓN
<b>PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)</b>						
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA SUMERGIBLE	BARNES	2HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
SOPLADOR MECANICO	U-RAI	7.5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR

SOPLADOR MECANICO	U-RAI	7.5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	10HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	10HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA CENTRIFUGA	BARNES	5HP		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
ELECTROBOMBA DOSIFICADORA TIPO DIAFRAGMA	CHEM - TECH	0 A 30 Gal/dia		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR
COMPRESOR	AVIM	150PSI		18/02/2010	18/02/2011	EDIFICIO Y36 - PTAR