

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**


DERECHOS RESERVADOS

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL SUBSISTEMA DE
TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA ETAPA DE LA LÍNEA 1 DEL
METRO DE MARACAIBO**

Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de Ingeniero en
Telecomunicaciones

**AUTORES: Br. Andrés Borges.
Br. Luis Portillo.**

**TUTOR INDUSTRIAL:
Ing. Carlos Urdaneta.**

**CO-TUTOR:
Ing. Gilberto Araujo.**

MARACAIBO, julio 2012

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL SUBSISTEMA DE
TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA ETAPA DE LA LÍNEA 1 DEL
METRO DE MARACAIBO**

Borges Malavé Andrés Raúl.
Ci: 20.256.564
Cabimas-Zulia
(0414)3088619
Arbm15@gmail.com

Portillo Socorro Luis Alberto
Ci: 19.972.837
Maracaibo-Zulia
(0424)6922486
Lportillos@hotmail.com

Ing. Araujo Gilberto.
Tutor Académico.

DEDICATORIA

- ✓ A Dios y a la virgen por protegernos en todo momento de nuestras vidas.
- ✓ A nuestros padres y hermanos por todo el amor y esfuerzo que han hecho para ayudarnos a llegar donde estamos.
- ✓ A toda nuestra familia por el apoyo brindado, especialmente a los que no se encuentran entre nosotros.

DERECHOS RESERVADOS

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A nuestros padres por brindarnos todo su apoyo.
- ✓ A la Universidad Rafael Urdaneta y a todos sus profesores por enseñarnos todos los conocimientos necesarios para llegar a ser profesional.
- ✓ A nuestro profesor Ing. Gilberto Acosta por ser nuestro tutor académico y poner a nuestra disposición su tiempo para desarrollar esta investigación.
- ✓ Al Ing. Carlos Urdaneta por ser nuestro tutor industrial y orientarnos para cumplir con esta investigación.
- ✓ A todos los profesionales del metro de Maracaibo que nos ayudaron con esta investigación.
- ✓ A la empresa Metro de Maracaibo que nos presto todas sus instalaciones para realizar esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

1. CAPITULO I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

1.2. Formulación del problema

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

1.3.4. Objetivo específico

1.4. Justificación

1.5. Delimitación

1.5.1. Delimitación espacial

1.5.2. Delimitación temporal

1.5.3. Delimitación científica

2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción de la empresa

2.2. Antecedentes

FUNDAMENTACIONES TEÓRICAS.

2.3. Mantenimiento

2.3.1. Definición y Objetivos.

2.3.2. Las políticas de Mantenimiento.

2.3.3. Tipos Básicos de Mantenimiento.

2.3.4. Pasos a seguir para la implementación de un Programa de Mantenimiento.

2.4. Scada

2.4.1. Descripción general del sistema de control

2.4.2. Arquitectura del Software

2.4.3. Arquitectura del Hardware

2.4.4. Introducción a los sistemas SCADA

2.5. Sistema de comunicación troncalizado

2.5.1. Sistema troncalizado

2.5.2. Características

2.5.3. Ventajas que ofrece un sistema Troncalizado

Pág

XI

1

1

3

3

3

3

4

5

5

5

5

6

6

9

13

13

13

15

16

24

28

28

29

29

30

31

32

33

33

2.6. Fibra Óptica	34
2.6.1. Concepto de fibra óptica	34
2.6.2. Funcionamiento de la fibra óptica	35
2.6.3 Componentes de la fibra óptica	36
2.6.4 Características de la fibra óptica	36
2.6.5. Fibra óptica del sistema Metro de Maracaibo	39
2.7. Central telefónica privada	46
2.7.1. Funcionamiento	46
2.8. Operacionalización de la variable	48
3. CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	53
3.1. Tipo de investigación	53
3.2. Diseño de la investigación.	55
3.2.1. Población.	55
3.3. Fases de estudio.	56
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	58
4. CAPITULO IV. RESULTADO	61
4.1. Analizar procedimientos de mantenimiento establecidos en normas y recomendaciones emitidas los fabricantes de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.	62
4.1.1 Procedimientos para el mantenimiento de los equipos del sistema.	62
4.1.2 Actividades de mantenimiento preventivo para algunos de los equipos.	74
4.2. Identificar los sistemas de codificación de equipos e instalaciones presentes los equipos de telecomunicaciones.	88
4.3. Elaborar el inventario técnico de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.	90
4.4. Desarrollar una base de datos que mantenga el registro histórico de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.	93
4.5. Planificar las actividades de mantenimiento de acuerdo a los planes operativos de la empresa	95
4.5.1. Periodicidad del mantenimiento	96
4.6. Diseñar formatos de control y seguimiento para la efectiva ejecución del	

mantenimiento	97
4.6.1. Ordenes de trabajo para todos los equipos del subsistema	97
4.6.2. Fibra óptica	101
4.6.3. Sistema de radios trunking	103
4.6.4. Sistema de telefonía	108
4.6.5. Sistema de supervisión y recolección de datos SCADA	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
REGENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123

DERECHOS RESERVADOS

Borges M. Andrés R, Portillo S. Luis A. “PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA ETAPA DE LA LINEA 1 DEL METRO DE MARACAIBO”. Trabajo Especial de Grado. Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones. Maracaibo, Julio de 2012

Resumen.

La realización de esta investigación tuvo como objetivo el diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para el subsistema de telecomunicaciones de la primera etapa de la línea 1 del metro de Maracaibo, con el fin de mantener la operatividad del sistema para prestar un servicio óptimo a la ciudad. Esta investigación tuvo lugar en la sede principal del metro de Maracaibo. Se practicaron diferentes tipos de investigación como la documental que permitió un conocimiento previo vinculado al tema objeto de estudio, la exploratoria que nos permitió brindar una aproximación de la realidad, partiendo de la base que el tema de estudio ha sido poco tratado, la investigación descriptiva nos permitió la búsqueda de aspectos que se deseaban conocer y de los que obtuvimos una respuesta, la investigación en situ o campo ya que realizamos la investigación en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Como objetivos cumplidos tenemos el inventario técnico que nos permitió registrar los equipos del subsistema de telecomunicaciones y las condiciones en la que se encontraban. También se obtuvo la codificación de los equipos, permitiendo así tener una identificación y una referencia a la hora de efectuar el mantenimiento. Las actividades de mantenimiento se realizaron de acuerdo a los planes operativos de la empresa, permitiendo realizar el mantenimiento en un horario que no interfiera con el horario de operación comercial de la empresa. Fueron creados formatos de control y seguimiento para verificar la efectiva ejecución del mantenimiento. Todo esto tuvo como resultado el plan de mantenimiento del subsistema de telecomunicaciones del metro de Maracaibo para garantizar que este medio contribuya a una mejor vida de los marabinos y ayude a preservar el medio ambiente.

Palabras claves: mantenimiento, preventivo, plan, subsistema

ABSTRACT

Conducting this research aimed the design of a preventing maintenance plan for the telecommunication system in the first stage of the line 1 of Maracaibo subway, In order to maintain the operation of the system to provide optimal service to the city. This research took place at the headquarters of the Maracaibo subway. We performed different types of research as the documentary allowed previous knowledge related to the topic under study, the exploratory allow providing an approximation of reality, on the bases that the subject of study has been short treated, descriptive research allowed us to search for issues that wanted to know finding an answer and explanation, The site or field research as research conducted on the site itself where the objects of study is located. As objective have the technical inventory that will allowed to record the telecommunications subsystem equipment and the conditions under which they are. Also there was the equipment's codification, allowing the identification and having a reference when performing maintenance. Maintenance activities will be conducted according to operational plans of the company, allowing to perform maintenance on a schedule that does not interfere with the hours of commercial operation of the company. Control forms were created to monitoring and verify the effective implementation of maintenance. All this resulted in the maintenance plan for telecommunications subsystem

Keywords: maintenance, preventive, plan, subsistema

INTRODUCCIÓN.

Los altos índices de disponibilidad y confiabilidad que se requieren para una red que soporta el eficaz y continuo funcionamiento de un Sistema de Transporte Masivo, así como los más recientes lineamientos entorno a los Planes de Mantenimiento de las Redes de Telecomunicaciones, indican que el Mantenimiento preventivo centrado en la Confiabilidad, es el más adecuado para el sistema integrado de telecomunicaciones, que posee METRO DE MARACAIBO.

El mantenimiento preventivo, es la directriz que soporta la nueva filosofía del mantenimiento en el área, que cambia de manera considerable la forma de planear los trabajos. Este método ayuda a definir las estrategias para realizar un buen plan, considerando la función que presta cada equipo, componente o sistema, teniendo en cuenta, además de las causas de las fallas, sus efectos e impactos, cómo mantener/mejorar los niveles de confiabilidad de los equipos y sistemas relacionados. Además, esta manera de efectuar los mantenimientos, plantea una forma muy eficiente para determinar las frecuencias en la ejecución de los trabajos. Y por políticas de seguridad, la nueva estrategia tiene en cuenta como factor fundamental la integridad física de las personas.

Es así como, finalmente, se presenta una Propuesta de Mantenimiento para el Sistema de Telecomunicaciones de METRO DE MARACAIBO, centrada en la Confiabilidad, debido a que se estima que es la más conveniente con la configuración, objetivos y alcances de la Red.

DERECHOS RESERVADOS
CAPITULO I

CAPITULO I

EL PROBLEMA

En el siguiente capítulo se describirán los parámetros básicos de la presente investigación, tales como son el planteamiento del problema, la justificación, el por qué es importante, a quien y a que va dirigido el plan de mantenimiento preventivo así como la delimitación de la investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las inversiones en las infraestructuras de ferrocarriles y Metros de todo el mundo están creciendo gracias al aumento del tráfico. Maracaibo una ciudad importante en Venezuela presenta una población de aproximadamente un millón seiscientos mil habitantes lo cual genera un sistema vial de 2900 kilómetros de carreteras en el que circulan aproximadamente doscientos mil vehículos, lo cual se traduce en congestión vehicular en las principales avenidas debido a la falta de una red bien desarrollada. Así mismo se calcula que la mitad de los viajes diarios son realizados por el transporte colectivo surgiendo la necesidad de diseñar un sistema rápido de transporte para la ciudad.

Por la necesidad de contribuir a la fluidez del tráfico en la ciudad se crea un proyecto de transporte masivo que incluye un sistema ferroviario rápido llamado Metro de Maracaibo, el cual es un medio de transporte urbano que consta de un tipo de tren semipesado, diseñado para prestar un servicio de alta calidad en las condiciones operativas y ambientales de la ciudad de Maracaibo.

El sistema está compuesto por un par de rieles donde descansa un vehículo conformado por tres vagones unidos a través de acoples flexibles, el vehículo es accionado eléctricamente, la energía eléctrica es suministrada al mismo por un arreglo de líneas aéreas (catenarias) en la parte superior.

El Metro de Maracaibo utiliza para su funcionamiento una serie de subsistemas los cuales realizan trabajos de recopilación de datos, sensores y avisos visibles

de notificaciones, muestra de posicionamiento de los trenes, aviso de fallas de las subestaciones, notificación de avería de algún sistema, entre otros.

Para la comunicación de todos estos sistemas se utilizan un conjunto de equipos de telecomunicaciones los cuales permiten la transmisión de datos, equipos tales como fibras ópticas, central telefónica, equipos de recolección de datos (supervisory control and data acquisition, Scada) y sistema de radiocomunicaciones.

La complejidad técnica que representa la implantación de un sistema nuevo como lo es un Metro amerita el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en todas las áreas, donde el objetivo principal es evitar fallos y eliminar los daños potenciales, de forma rápida, segura y con el más bajo costo que sea posible.

Ante la problemática planteada, podría incurrirse en altos costos debido a daños en los equipos más críticos de la empresa. El subsistema de telecomunicaciones presenta una gran cantidad de equipos dentro de los cuales se encuentran repetidores, torres, antenas, centrales, transmisores de radio, fibras ópticas, entre otros. Los cuales son importantes para el funcionamiento del mismo, lo que se plantea en el presente trabajo, es desarrollar y proponer al Metro de Maracaibo un Plan de Mantenimiento Preventivo de los mismos que brinde beneficios a mediano y largo plazo desde el punto de vista general de producción, y así garantizar la continuidad y eficiencia del servicio.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Por las razones antes mencionadas:

¿Qué características debe tener un plan de mantenimiento adecuado para el subsistema de telecomunicaciones del metro de Maracaibo basado en la normativa y recomendaciones del fabricante?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Objetivo General.

“Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos del subsistema de telecomunicaciones de la primera etapa de la Línea 1 del Metro de Maracaibo”

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Analizar procedimientos de mantenimiento establecidos en normas y recomendaciones emitidas los fabricantes de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.
- Identificar los sistemas de codificación de equipos e instalaciones presentes los equipos de telecomunicaciones.
- Elaborar el inventario técnico de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.
- Proponer una base de datos que mantenga el registro histórico de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.
- Planificar las actividades de mantenimiento de acuerdo a los planes operativos de la empresa.
- Diseñar formatos de control y seguimiento para la efectiva ejecución del mantenimiento.

1.4. JUSTIFICACION.

Una empresa de transporte masivo de tanta importancia como Metro de Maracaibo, debe tomar todas las medidas necesarias para proporcionar un funcionamiento óptimo del sistema de telecomunicaciones que opera.

Debido a las implicaciones operacionales y económicas que pudieran tener los fallos en este. Los equipos de telecomunicaciones representan un elemento principal del mismo por lo tanto se hace necesario el desarrollo de planes que permitan su funcionamiento de forma continua y segura, para de esta manera prestar siempre a la sociedad un servicio optimo y eficiente.

La razón primordial que impulsa el desarrollo de este estudio es mantener operativo el servicio de telecomunicaciones del Metro de Maracaibo. Para esto es necesario cumplir con los requerimientos técnicos que son exigidos para la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo.

El presente estudio posee gran importancia para los equipos de telecomunicaciones, ya que garantizaría la productividad, la prolongación de la vida útil de los mismos, minimización de los costos de mantenimiento, reemplazo de accesorios y puestas fuera de servicio imprevistas debido a fallas.

Desde el punto de vista teórico, este estudio tiene como finalidad la búsqueda en la aplicación de los conceptos básicos y específicos para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para los equipos del subsistema de telecomunicaciones, evitando fallas y permitiendo obtener mejores resultados a un menor costo, con grandes beneficios.

1.5. DELIMITACIÓN.

1.5.1. Delimitación Espacial.

La investigación se realizará en la sede de la empresa Metro de Maracaibo, ubicada en la Av. Sabaneta. Sector altos de la Vanega, así como también en la

Gerencia de Operaciones y Mantenimiento la cual será la encargada de mantenerlas.

1.5.2. Delimitación Temporal

Se estima que el tiempo necesario para finalizar esta investigación en un lapso de seis (6) meses.

1.5.3. Delimitación científica.

Esta investigación será efectiva en el ámbito de la ingeniería en el área de las telecomunicaciones específicamente en comunicaciones.

DERECHOS RESERVADOS

DERECHOS RESERVADOS
CAPITULO II

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se describen aspectos básicos de la investigación, tales como definiciones de los términos usados en ella, descripción y detalle del sistema metro, descripción de la empresa, que es mantenimiento preventivo y definición de los equipos existentes en el subsistema de telecomunicaciones.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

METRO DE MARACAIBO se encuentra ubicada en la ciudad de Maracaibo y es una empresa que se propone proporcionar un sistema de transporte público de superficie moderno, confiable, confortable y adecuado a las características socio-económicas de la población del Área Metropolitana de Maracaibo.

Reseña Histórica:

Hacia finales del siglo XIX la ciudad de Maracaibo basaba su prosperidad económica en las instalaciones del Puerto desde donde se trasladaban enseres y alimentos hacia el centro de la ciudad. Nació entonces la imperante necesidad de crear un servicio de transporte público para facilitar la movilización de los habitantes.

A mediados del año 1884 se constituye el primer servicio con tranvías de tracción animal, denominados “tranvías de mulita” y más tarde, en 1891, comienzan a operar las primeras locomotoras a vapor en la Av. Bella Vista, dando inicio a la primera línea de transporte público, lo que permite desarrollar una visión de ciudad algo más moderna.

Para 1916, la empresa Tranvías de Maracaibo trajo a la ciudad los primeros tranvías impulsados por baterías que, en 1921, fueron sustituidos por modernos tranvías eléctricos que dotaban al usuario de mayor comodidad.

En 1917 los carros "por puesto" se incorporan al transporte público y ya en 1935 entran en funcionamiento los autobuses haciendo desaparecer los tranvías, al

no poder competir con los transportes a motor. Estos últimos permitían a los habitantes trasladarse en menor tiempo a sus destinos. La ciudad crecía de manera desordenada y dispersa y el transporte público se convierte en una problemática de difícil y costosa solución y en un obstáculo importante para el desarrollo de la ciudad.

El 20 de Julio de 1993 fue fundada la Sociedad Mercantil Metro de Maracaibo, C.A., siendo su composición accionaría 60% la Alcaldía de Maracaibo y 40% la Gobernación del Edo. Zulia, posteriormente, en los años 2003 y 2004, el Gobierno Nacional capitaliza los aportes realizados a la compañía, pasando a ser accionista mayoritario de la empresa, con el 67% de las acciones, por lo que la Alcaldía del municipio Maracaibo queda representada con el 24 % y la Gobernación del Estado Zulia con el 9% de las acciones. La empresa fue creada especialmente para la promoción, diseño, construcción e instalación de las obras y equipos del Sistema de Transporte guiado, rápido y masivo de pasajeros para la ciudad de Maracaibo, el mantenimiento de sus equipos e instalaciones de superestructura y la operación, administración y explotación del sistema.

Desde julio de 1993, Metro de Maracaibo ha venido desarrollando el proyecto de dicho sistema de transporte con arreglo a la programación de sus actividades. El anteproyecto de la Ingeniería Básica de la Línea 1 del Sistema de Transporte Masivo para Maracaibo (STMM) y su viabilidad Económica y Financiera, fue concluido en 1995.

Desde ese mismo año, la empresa ha desarrollado a cabalidad el proyecto como tal, el cual fue creado fundamentalmente para la construcción e instalación de las obras y equipo para la promoción, diseño, mantenimiento e instalaciones de superestructura, operación, administración y explotación del sistema.

A partir de 1996, Metro de Maracaibo, una vez realizadas la definición de los métodos constructivos a aplicar en la Línea y la adecuación del Proyecto a los nuevos escenarios económicos del país, inicia el proyecto de la ingeniería de detalle. El 22 de Marzo del año 2.004, se comienza la ejecución de las obras

civiles de la Primera Etapa de la línea uno del Metro de Maracaibo, con la construcción de una trinchera abierta para dar paso al Metro, a lo largo de 6.3 Km. de vía férrea. Esta parte desde Patios y Talleres hasta el Sector las Playitas, en el centro de la ciudad.

Misión:

“Concebir, proyectar, construir y operar un sistema integrado de transporte masivo de pasajeros para la ciudad de Maracaibo que provea movilidad a sus usuarios de manera eficiente y a la vez promueva el desarrollo urbano, elevando la calidad de vida de la población”.

Visión:

“Ser reconocida como la empresa inductora de la integración del servicio de transporte y el desarrollo de la ciudad, promoviendo la participación pública y privada, que a través de su credibilidad y confianza genere la estima de la población y modele el comportamiento cívico de sus usuarios”.

Actividad Económica:

La empresa METRO DE MARACAIBO, actualmente se encarga de proyectar y construir el sistema de transporte masivo de pasajeros para la ciudad de Maracaibo. Pero será la encargada de la operación y el mantenimiento del mismo al iniciar la explotación comercial.

Estructura Organizacional:

En el año 2004 a raíz del inicio de las obras civiles y los cambios organizacionales se da inicio al desarrollo de la estructura organizacional, en el presente año el Ministerio del Poder Popular para la Infraestructura ente del cual depende la empresa define el reciente organigrama de la empresa, en el mismo la existente Gerencia de Operaciones y Mantenimiento pasa a ser la Gerencia General de Operaciones y Mantenimiento.

Gerencia General de Operaciones y Mantenimiento (GGOM).

A partir del año 2004 se crea formalmente la GOM la cual es la responsable de operar y mantener el sistema de transporte masivo. En el año 2006 le es

asignado un grupo de profesionales llamados a entrenarse y formarse como personal clave de la misma.

Misión (GGOM):

“Prestar un excelente Servicio de Transporte a los usuarios en el Área Metropolitana de Maracaibo, en una forma **Segura, Confiable, Eficiente, Eficaz y Efectiva**, contribuyendo al fortalecimiento de la cultura Metro, generando la Confianza y Admiración en los Ciudadanos, mediante la Administración de los recursos adecuados con un Personal Humano Comprometido, Calificado y Competente.”

Visión (GGOM):

“Consolidarse en el 2012 como una Gerencia Modelo de Gestión de un Servicio Público Sustentable, Productivo e Innovador, que sea ejemplo para otros Sistemas Similares a nivel Nacional.”

2.2. ANTECEDENTES.

Se tomaron en cuenta algunas investigaciones realizadas anteriormente y que guardan vinculación en referencia a la fundamentación teórica, se menciona a continuación:

Como primer antecedente se tomo en cuenta el trabajo realizado por FIOROVANTI, Euro y ORTEGA, Aaron en el año 2006, el cual se titula: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MAQUINAS DE LA PLANTA NATIONAL PLASTIC (NAPLA) C.A.”

Esta investigación se centro en proponer un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de la planta National Plastic C.A con el fin de proporcionar un aporte técnico para elevar la confiabilidad, vida útil y eficiencia de los equipos. Este trabajo ayudo a mejorar la eficacia y eficiencia al momento de realizar la planificación del mantenimiento de la empresa, se realizo un sistema de codificación que permitió facilitar la identificación y el manejo de los equipos de la planta National Plastic C.A., además se analizaron los distintos componentes y partes de los equipos pudiéndose así determinar cuales tenían prioridad al

momento de realizarse el mantenimiento y con todo lo señalado se realizó el plan de mantenimiento preventivo para el mejoramiento de la función de mantenimiento de los equipos en la planta.

Para el diseño del plan de mantenimiento la base teórica fue tomada de la información obtenida de referencias bibliográficas, datos técnicos de los equipos, entre otros. Según BAVARESO, Aura (1994), La investigación de campo se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objetivo de estudio, permitiendo un conocimiento más a fondo del problema por parte del investigador y puede manejar datos con más seguridad. La investigación de campo fue soportada por el diseño descriptivo que se utiliza para la búsqueda de aquellos aspectos que se deseen conocer y de los que se pretende obtener respuesta. El diseño descriptivo analiza sistemáticamente las características homogéneas de los fenómenos estudiados sobre la realidad. Considerando esto y ya que lo fundamental fue medir con exactitud el mantenimiento de los equipos que conforman la planta NAPLA C.A. la investigación fue de tipo descriptiva. La investigación puede considerarse de campo ya que se realizó un análisis sistemático de la realidad, tal cual se presenta la información al momento de la recolección de datos. La investigación se realizó en dos fases para realizar el inventario y una fase para evaluar las actividades de mantenimiento basadas en manuales de fabricantes.

El aporte de este trabajo está relacionado con el área de identificación, codificación, inventario, análisis de criticidad y evaluación de las actividades de mantenimiento basada en manuales de fabricantes como aspectos fundamentales para el diseño del plan de mantenimiento preventivo.

Se considero importante incluir como antecedente el trabajo de FIOROVANTI, Euro y ORTEGA, Aaron (2006), puesto que se está realizando un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del subsistema de telecomunicaciones y este trabajo sirve como ayuda para apoyarse puesto que también se trata de un plan de mantenimiento preventivo.

Como segundo antecedente se tomo en cuenta el trabajo realizado por URDANETA, Alfonso. (2006). Universidad Rafael Urdaneta. Titulado: "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EL MATERIAL RODANTE DE LA EMPRESA METRO DE MARACAIBO"

La realización de esta investigación tuvo como objetivo el diseño de un plan de mantenimiento para el material rodante (vehículo M1) del Metro de Maracaibo, así como también la estimación de cantidad del personal requerido, materiales y repuestos necesarios para llevar a cabo cada una de las actividades de mantenimiento, con el fin de lograr mayor disponibilidad de los vehículos durante la prestación del servicio de transporte. Esta se realizó en la empresa Metro de Maracaibo. El estudio es descriptivo debido a que está dirigido a clasificar y delimitar las rutinas de ejecución de las actividades de mantenimiento, se recolectaron los datos a través de la observación, entrevistas estructuradas y recopilación documental. La unidad de análisis estuvo centrada en el "Vehículo Ferroviaria Comercial M1" conformado por seis unidades de tren y una de reserva, así como también cada uno de sus componentes. La tipología de mantenimiento utilizada fue el mantenimiento programado. Como resultados obtenidos tenemos el inventario técnico que clasifica los componentes del vehículo ferroviario como: componentes estructurales, componentes interiores, componentes de tracción y frenado, partes eléctricas, componentes de unión, componentes de aire acondicionado, componentes electrónicos, componentes neumáticos y el vehículo M1 en su integridad total. También se obtuvo la codificación de cada componente, piezas y actividades de mantenimiento. Las actividades de mantenimiento se realizaron de acuerdo a los planes operativos formulados por la empresa, además se describieron y programaron las actividades de mantenimiento con sus rutinas de ejecución. La información de las actividades y la especialidad de mano de obra de cada componente, fue vaciada en formatos de control y seguimiento por rutina de ejecución. Se concluye con el diseño de un Plan de Mantenimiento Programado para el material rodante (Vehículo M1), con esto cubrir las necesidades de mantenimiento de la empresa.

Se considero importante incluir como antecedente el trabajo de Urdaneta (2006), puesto a que se realiza un plan de mantenimiento de un vehículo ferroviario, donde se trata de actividades y rutinas de mantenimiento.

BORGES, Herminio y RONDÓN, Israel (2007). La Universidad del Zulia. “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE TRACCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE MARACAIBO” en donde se tuvo por estudio el diseño de un plan de mantenimiento para subsistemas de potencia.

Este trabajo de investigación tuvo como propósito elaborar un plan de mantenimiento preventivo de política basada en el tiempo de vida de los objetos de mantenimiento, el Mantenimiento Balanceado, el cual consiste en la distribución en el tiempo de las rutinas recomendadas por el fabricante de los equipos, de forma tal que la implementación de mismo prevenga eventos indeseables, que recupere para el sistema los mecanismos que han fallado y en general que garantice la disponibilidad, funcionabilidad y conservación de cada una de las partes de la SET, a fin de evitar interrupciones en el servicio de transporte a causa de averías en los equipos que la integran.

Este trabajo es considerado de tipo documental y de campo, porque además de realizar la revisión de todo tipo de documento relacionado con el problema se recolectaron, interpretaron y analizaron los datos obtenidos por medio de información suministrada por la empresa

Los resultados fueron la creación del inventario que clasifica los equipos de las subestaciones eléctricas de tracción, también la codificación de cada uno de los equipos, la descripción de las actividades de mantenimiento, los intervalos de tiempos en los cuales se debe ejecutar cada actividad. Se concluye con el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las subestaciones eléctricas de tracción.

Como segundo antecedente se consideró importante incluir el trabajo de Borges y Rondón (2007), puesto a que se realiza un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de las subestaciones eléctricas de tracción. Donde

se trata de componente y actividades similares. Sin embargo de destacarse que se trata de equipos de menor tecnología y menos delicados para su manipulación.

FUNDAMENTACIONES TEÓRICAS:

2.3. Mantenimiento.

2.3.1. Definición y Objetivos.

Todos los usuarios desean, por razones obvias, que sus sistemas se mantengan en estado de funcionamiento durante tanto tiempo como sea posible. Para lograrlo, es necesario ayudar al sistema a mantener su funcionalidad durante la operación, realizando las tareas apropiadas. Esta es una de las diferencias principales entre un elemento creado por la naturaleza y un elemento creado por el hombre, ya que el primero es capaz, en la mayoría de los casos, de ayudarse a sí mismo, mientras que el segundo necesita una ayuda externa. Algunas de estas tareas son exigidas o sugeridas por los diseñadores o fabricantes. Sin embargo, a pesar de todas las tareas realizadas, no puede posponerse indefinidamente el momento en que el sistema deja de ser funcional. A partir de ahí, es necesario realizar otras tareas para que recupere su funcionalidad. Esto conduce al concepto de mantenimiento que incluye todas las tareas que realiza el usuario para conservar el elemento o sistema en el estado de funcionamiento, o para recuperarlo a ese estado.

Según la norma COVENIN 3049-93 el mantenimiento se define como: “el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un SP (Sistema Productivo) a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.”

La Asociación Francesa de Normalización (Association française de Normalisation (AFNOR X60-010, 1994), lo define como el “conjunto de actividades destinadas a conservar o restablecer un objeto de mantenimiento dentro de condiciones dadas de funcionamiento para cumplir una función

requerida. Estas actividades son una combinación de actividades técnicas, administrativas y gerenciales”.

La norma británica BS3811 define que es “la combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo o un sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas”.

El mantenimiento entonces se puede definir como todas aquellas actividades necesarias para que un equipo o sistema (Objetos de Mantenimiento) sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer operando de acuerdo con una condición especificada.

Por ser el Mantenimiento una actividad eminentemente dinámica, esta debe ser planificada, desarrollando acciones continuas y permanentes para garantizar un funcionamiento normal, eficiente y confiable.

Según la norma COVENIN 3049-1993, el objetivo del mantenimiento “es mantener un sistema productivo en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión, para lograr una producción esperada en empresas de producción y una calidad de servicios exigidas, en empresas de servicio, a un costo global óptimo.”

En su libro “Teoría de mantenimiento, Definiciones y organización” (2006), Nava A, José D; resume los objetivos en:

- “-Alcanzar una reducción en los costos totales
- Mejorar la efectividad de los equipos y del sistema”

Ampliando estos conceptos podríamos agregar que dentro de los principales objetivos que se buscan con la planificación y ejecución del mantenimiento se encuentran:

- o Reducir los costos de Operación.
- o Optimizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones para la producción.
- o Mejorar la efectividad de los equipos y del Sistema.
- o Incrementar la vida útil de los equipos e instalaciones de la empresa.

- Maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función de mantenimiento.
- Preservar las instalaciones y equipos en buenas y eficientes condiciones operativas.
- Mejorar la seguridad de las operaciones, trayendo consigo el bienestar de los trabajadores.

2.3.2. Las políticas de Mantenimiento.

Con respecto a la relación entre el instante de producción del fallo, y el instante de ejecución de la tarea de mantenimiento, Jezdimir Knezevic en su monografía “Mantenimiento” define que existen las siguientes políticas de mantenimiento:

- Política de mantenimiento basada en la producción del fallo: (Failure-based Maintenance, FBM), en que las tareas de mantenimiento correctivo se inician tras la producción del fallo, es decir, tras la presentación de anomalías en la función o las prestaciones.
- Política de mantenimiento basada en la vida del sistema: (Life-based Maintenance, LBM), donde se realizan tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos predeterminados durante la vida operativa del sistema.
- Política de mantenimiento basada en la inspección: (Inspection-based Maintenance, IBM), donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de inspecciones a intervalos fijos del tiempo de operación, hasta que se requiere la realización de una tarea de mantenimiento preventivo.
- Política de mantenimiento basada en el examen: (Examination-based Maintenance, EBM), donde se realizan tareas de mantenimiento condicional en forma de exámenes, según la condición observada en el elemento o sistema, hasta que se necesita la ejecución de una tarea de mantenimiento preventivo.
- Política de mantenimiento basada en la oportunidad: (Opportunity-based Maintenance, OBM), donde se lleva a cabo un mantenimiento correctivo sobre el elemento averiado, así como tareas de mantenimiento preventivo en los elementos restantes del grupo de elementos designado.

2.3.3. Tipos Básicos de Mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo.

“Es la ejecución de los trabajos de mantenimiento sólo cuando el equipo presenta una falla que impide su funcionamiento o restitución del equipo al estado operativo óptimo después de la ocurrencia de una falla.” (Durán, 2003).

COVENIN en la 3049-93 indica que: “Comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo.”

De una manera puntual podemos decir que es una actividad reactiva y se aplica cuando la máquina o sistema deja de funcionar o hasta que una rotura total, la eficiencia o la inutilización de la producción obligue paralizarla.

Características principales del Mantenimiento Correctivo:

- Elevados requerimientos de personal.
- Costos Elevados.
- Paradas Inesperadas.
- Paradas Largas.
- Costoso para la producción.
- Daños cuantiosos al parque industrial.
- Mantenimiento bajo crisis, apaga-fuegos, muy costoso (considerando aquellos relacionados con penalización, pérdida de imagen, pérdida de clientes, etc).

Covis Rodríguez, Javier indica que: “La utilización de mantenimiento correctivo es aceptable considerando cada uno de los siguientes aspectos mutuamente incluyentes:

- El riesgo del OM sobre personal, usuarios y terceros de causar daño es casi nulo.
- No es un OM crítico.
- No se conoce el mecanismo de falla.”

Mantenimiento Predictivo.

Nava A, José D, en Teoría de mantenimiento, Definiciones y organización lo define como “la actividad que se desarrolla para detectar y evaluar el desarrollo de posibles fallas en un equipo por intermedio de interpretaciones de ciertos parámetros (técnicas de diagnóstico y tendencias), tomados como datos obtenidos en un equipo en funcionamiento, con instrumentos colocados en las máquinas, o por toma de muestras.”

Son aquellas tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinan el punto exacto de su situación.

Este tipo de Mantenimiento se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función del tipo de equipos, sistema productivo, etc.

Para ello se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Características principales del Mantenimiento Predictivo:

- Incrementa la capacidad de producción.
- Reduce las labores de Mantenimiento.
- Mejora la calidad del producto.
- Se anticipa ante un evento de falla, impidiendo altos costos por penalización.
- Mejora la Seguridad
- Reduce el consumo de energía
- Usa equipos complejos
- Altos costos de adquisición de tecnología y entrenamiento.

Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de un equipo en momentos críticos.
- Permitir el conocimiento del historial de eventos y fallas del equipo para ser utilizada por el Mantenimiento Correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

Mantenimiento Preventivo.

COVENIN lo define como: “el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas.”, Nava A, José D, en Teoría de mantenimiento, Definiciones y organización, lo define como “lo que se planea y programa con el objeto de ajustar, reparar o cambiar partes en equipos antes de que ocurra una falla o daños mayores, eliminando o reduciendo al mínimo los gastos de mantenimiento, es decir, que es necesario establecer controles con la finalidad de aumentar la productividad.”

Este tipo se basa principalmente en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación y calibración que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan previo establecido, a fin de conservar un equipo o componente, con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar averías en el mismo.

Características principales:

- Uso de Estadística.
- TFS (Tiempo Fuera de Servicio) menor.
- Menor requerimiento de personal.

- Mayor vida útil por equipo.
- Menos paradas y más breves.
- Mejora la seguridad.
- No se emplean al máximo los repuestos.
- Cambio de componentes en posible buen estado.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Covis Rodríguez, Javier agrega: “El mantenimiento preventivo se prefiere al correctivo, ya que:

- Aumenta la probabilidad de reducir la frecuencia de fallas prematuras en los OM y el desarrollo de sus mecanismos de fallas.
- Considerando lo anterior, reduce la severidad de las fallas y la eliminación o aminoramiento del efecto dominó sobre otros componentes.
- Posibilidad de detectar cambios de funcionamiento en las condiciones normales de un OM y detectar una posible falla inminente.
- Impide o disminuye enormemente las paradas no planificadas de los OM.”

Con una buena aplicación del Mantenimiento Preventivo, se obtiene una determinación de las posibles causas de fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como definir “puntos calientes” que perturban la correcta operación de un equipo o conjunto de equipos.

La razón por la que el Mantenimiento Preventivo se ha hecho tan importante es que los equipos son tan costosos, y las funciones que cumplen tan importantes y complejas, que si ocurre algún problema afectará en gran medida al normal funcionamiento y cumplimiento del servicio.

Ventajas del Mantenimiento Preventivo.

Las principales ventajas del mantenimiento preventivo son:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Mayor duración de los equipos e instalaciones.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Entre los beneficios que el mantenimiento preventivo puede proveer a terceros (o stakeholders) se pueden visualizar en la Tabla 1.

Tabla 1. Beneficios de un Programa de Mantenimiento Preventivo a Terceros.

Beneficios	Operaciones Producción	Compras	Gerente de Mant.	Ingeniería	Gerencia	Contabilidad	Almacén
Reduce el tamaño de las reparaciones	x		x				
Reduce las Paradas de los Equipos	x		x	x	x		
Incrementa la contabilidad por todo el efectivo gastado						x	
Reduce el número de reparaciones	x		x				
Incrementa la vida útil de los equipos	x			x		x	
Incrementa seguridad operador, mecánico de mant. y la de terceros	x				x		
Incrementa consistencia y calidad de los servicios prestados	x						
Reduce los sobretiempos			x			x	
Incrementa la disponibilidad de los equipos	x						
Disminuye el riesgo potencial por demandas					x	x	
Reduce número de unidades en reserva y redundantes					x	x	

Asegura que todas las partes son usadas para propósitos autorizados		x					x
Incrementa control sobre las partes y reduce nivel de inventarios		x				x	x
Mejora información disponible para la especificación del equipo				x			
Disminuye costos totales de mantenimiento a través de un mejor uso de la fuerza laboral y materiales				x			
Disminuye el costo por unidad producida	x					x	
Mejora la identificación de áreas problema para determinar dónde enfocar la atención	x			x			

Fuente: Levitt, 1997, Trad: Cobis, Javier.

Otras consideraciones acerca del Mantenimiento Preventivo.

Es indiscutible que para llevar a cabo un plan eficiente de mantenimiento de cualquier equipo o conjunto de equipos, se hace necesario contar con una organización lo más perfecta posible, recursos financieros suficientes, repuestos, materiales y equipos de buena calidad y contar además con el personal técnico capacitado para llevar a cabo los planes de mantenimiento previamente establecidos, cuya función principal es minimizar los paros imprevistos o la depreciación excesiva de los equipos a través de paros periódicos programados, para descubrir y corregir condiciones defectuosas.

Es importante poder contar con un sistema de historias de fallas de los equipos existentes dentro de la instalación, ya que no solo servirán para identificarlos, sino que debe contener en forma breve los motivos de las fallas, partes que se cambiaron y las frecuencias con que ocurrieron las mismas. Es necesario conocer además el costo total de las reparaciones o fallas debido a paros imprevistos.

Al tener la información mencionada se debe estimar lo que hubiera costado si el equipo se hubiera parado con tiempo para planificar, reunir los materiales y lograr el uso adecuado de los recursos necesarios para realizar las labores de mantenimiento. La diferencia entre lo que costó la falla y lo que hubiera costado

si se planifican, es el dinero que se puede invertir en un Programa de Mantenimiento Preventivo.

A la hora de realizar la inspección se deben incluir todos los equipos de procesos, de servicio, equipos accesorios y equipos de protección, aquellos que se puedan deteriorar o que sea factible a causar tiempo ocioso o sobre-tiempo de trabajo.

Al preparar el plan de trabajo debemos contestarnos las siguientes preguntas:

¿Es un artículo crítico?

Si su falla producirá un paro mayor imprevisto o pérdidas muy costosas, la necesidad del mantenimiento es casi cierta.

¿Hay equipo de repuesto disponible en caso de que suceda la falla?

Si la carga de trabajo o responsabilidad se puede desplazar fácilmente a otro equipo, tomaremos en cuenta otros factores como costo de mantenimiento de paro.

¿El costo de mantenimiento preventivo excede los gastos de tiempo ocioso y el costo de reparación o reemplazo?

Si cuesta casi lo mismo retirar un equipo para reparar una falla repetitiva que lo que cuesta repararla en su totalidad, el valor del mantenimiento preventivo es muy problemático.

¿La vida normal de un equipo sin mantenimiento preventivo sobrepasa las necesidades de producción?

Si se espera que surja la obsolescencia más rápidamente que el deterioro, el mantenimiento preventivo puede ser un desperdicio de dinero.

Las partes de cada equipo que se deben inspeccionar se determinan mediante la integración de la siguiente información:

- Recomendaciones de los fabricantes.
- Manuales de servicio emitida por cada equipo.
- Experiencia del personal de mantenimiento en general.
- Registros históricos (historia de fallas o reparaciones).

- Frecuencia de trabajo.
- Números de paradas imprevistas por parte del equipo.

El ciclo de inspección de un equipo o conjunto de equipos se determinará por la porción que más falla. No existe regla establecida o disponible de cuan a menudo inspeccionar, esto depende de varios factores: edad y clase de equipo, medio ambiente, requisitos de seguridad y horas de operación.

Existen otros factores tales como: mayor intensidad de uso o servicio, susceptibilidad á deterioro; debido a que el equipo puede estar sujeto a fricción, fatiga, tensión o corrosión. Susceptibilidad al siniestro (vibraciones, sobrecarga o abuso) y susceptibilidad a perder el ajuste.

Si un equipo tiene presente alguna de estas últimas severidades es necesario reducir los periodos o intervalos entre servicio de mantenimiento preventivo.

Es importante señalar que las actividades relacionadas con lubricación, limpieza, ajuste en los equipos y en los distintos tipos de conexiones relacionadas con estos y el cambio de aceite (a pesar que esto último implica un paro) no son tareas propias del Mantenimiento Preventivo, sino es lo que se conoce como Mantenimiento Rutinario y por supuesto es necesario realizarlo en el momento adecuado. Mientras cuando se realiza el Mantenimiento Preventivo, existe una implicación de paro para cambiar. Reparar o ajustar partes del equipo. Estas tareas deben ser planeadas, programadas y controladas bajo un estricto control de supervisión por parte del Jefe o Supervisor de Mantenimiento.

Con la normalización de estas actividades se puede obtener un mantenimiento eficaz y bien planeado en los sistemas eléctricos, lo cual es de suma importancia ya que es el factor básico para dar un servicio continuo y de buena calidad al sector industrial, comercial y residencial.

El Mantenimiento Preventivo será utilizado por aquellos equipos que estén estrechamente asociados al servicio y seguridad del personal y con los equipos adecuados para realizar dicho mantenimiento los cuales no deben estar alejados de los mismos.

2.3.4. Pasos a seguir para la implementación de un Programa de Mantenimiento.

Para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo se deben seguir una serie de fases o pasos que Nava A, José D, en Teoría de mantenimiento, Definiciones y organización define:

- “1. Codificar los equipos e instalaciones de la(s) planta(s) objeto del programa.
2. Hacer un inventario de los equipos del sistema de estudio.
3. Clasificar los equipos sujetos al estudio.
4. Determinar las actividades correspondientes al mantenimiento preventivo por tipo de estudio.
5. Determinar características de las acciones de mantenimiento por cada equipo.
6. Elaborar los programas por rutinas y por equipos.
7. Implementar el sistema.
8. Controlar y evaluar la aplicación práctica del sistema.”

En Aplicación Práctica de la Teoría de Mantenimiento, Nava A, José D, acota:

“Los procedimientos recomendados para analizar cualquier organización de mantenimiento se pueden llevar a cabo cumpliendo con una serie de puntos o pasos.

La primera que debe responderse antes de aplicar cualquier método, es si la organización se encuentra en una etapa inicial de operación o si por el contrario se está trabajando desde hace cierto tiempo, razón por la cual existen experiencias relacionadas con la operación.” Para efectos de este estudio describiremos los pasos que debe seguir una organización nueva.

a. Crear y Mantener un Inventario Técnico.

Para llevar a cabo la planificación de un sistema de mantenimiento, es necesario poseer un conocimiento de los equipos existentes en cuanto a su número y la ubicación que tenga dentro del área de la planta.

Dentro de la información que tenga, deben estar incluidas las características físicas de los citados equipos, además de sus necesidades en lo referente a la cantidad esperada de piezas de repuestos requeridos cuando el equipo está funcionando en sus condiciones normales de operación.

b. Diseñar un sistema de Codificación de Equipos e Instalaciones.

Consiste en identificar mediante siglas y/o números (alfanumérico) cada equipo o instalación que forme parte del sistema o planta.

El sistema de codificación que utilice debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El sistema debe ofrecer un sistema lógico.
- Debe ser capaz de aceptar cambios en los sistemas sin sufrir desorganización.
- Cada sistema debe tomar un símbolo único.
- El símbolo debe ser fácil de entender y reconocer.
- Se debe utilizar el mismo sistema de codificación para toda la planta.

c. Diseñar el Registro Histórico del Equipo.

El objetivo de un programa efectivo de mantenimiento es la reducción de los costos; una forma de controlar los mismos es llevando una historia o registro a los equipos de la planta.

Que contenga en primer lugar, la relación de las reparaciones y el mantenimiento preventivo a cada máquina, tipo de falla y su costo.

Estos datos permiten conocer el funcionamiento de cada equipo, se puede saber cuándo comprar una máquina debido al deterioro de su condición actual.

Igualmente puede detectarse qué averías se repiten o si hay reparaciones frecuentes debidas a la misma causa.

d. Diseñar el plan de Mantenimiento Preventivo.

Diseñar el plan de mantenimiento preventivo, teniendo presente la necesidad de preparar instructivos para cada bien o equipo, determinando prioridades.

En cada instructivo se establecen las frecuencias de los servicios o inspecciones basándose en las especificaciones o recomendaciones de los fabricantes, experiencia propia de los operadores, de los ejecutores del mantenimiento y también del diseñador del plan en cuestión. Programación del mantenimiento consiste en especificar “cuándo” en términos de tiempo se realizará mantenimiento a cada sistema. Su propósito principal es establecer el programa de trabajo para: distribuir el trabajo de mantenimiento por periodo (año, mes, semana, etc.), asegurar que no se omita ningún sistema a mantener o trabajo de mantenimiento, asegurar que el mantenimiento que se requiere se lleve a cabo con la frecuencia que se especifica, coordinar el mantenimiento con los requerimientos de producción, ayudar en la planificación de: compra de repuestos, necesidades de mano de obra, bases para el control presupuestario, etc.

Para hacer programaciones efectivas se pueden dar ciertas recomendaciones como las siguientes:

- Distribuir el trabajo a realizar en periodos anuales. Luego ir detallando los planes de períodos más cortos, de forma de poder integrar las programaciones diarias y semanales a los planes a mediano plazo que tenga la empresa.
- Tratar de minimizar siempre el tiempo de parada de producción, la programación debe tomar en cuenta cuáles son los períodos en que las maquinas van a estar paradas por una u otra razón y tratar de aprovecharlos para el mantenimiento. Así mismo, debe ser lo suficientemente elástico como para poder usar los tiempos de paradas forzosas debido a fallas menores para hacer revisiones completas del equipo.
- Tratar de emplear la menor cantidad de sobretiempo posible, pues esto aumenta los costos.
- Como una recomendación final de particular interés está la de hacer estudios de métodos con el fin de establecer mejores procedimientos para realizar trabajos.

Así mismo se debe estimar también la fuerza de mantenimiento en horas-hombre necesarias para cumplir con el plan. Para establecer el valor de la

fuentes de mantenimiento necesarias, se puede considerar que los costos de mantenimiento de equipos deben estar comprendidos entre 7% y 10% de la inversión considerada a precio actual, y entre 1,5% y 3% de la inversión en edificios e inmuebles, las estimaciones actuales del costo de la mano de obra directa debe estar entre el 40% y el 60% del costo total de mantenimiento.

2.4. SCADA.

2.4.1. Descripción general del sistema de control

El GTC consiste en un conjunto de subsistemas que deben trabajar de forma coordinada. Estos subsistemas se encuentran distribuidos físicamente en las instalaciones del GTC. La responsabilidad del sistema de control es el control y monitorización de estos subsistemas y proporcionar una interfaz de usuario homogénea.

La arquitectura física del sistema de control consistirá en una serie de computadores, equipos electrónicos, sensores y actuadores interconectados. Estos elementos serán responsables del control directo de los diferentes subsistemas del GTC. El sistema de control será responsable de otras tareas (tales como: planificación de observaciones, archivo de los datos, análisis de la calidad de los datos) para lo cual existirán un número de estaciones de trabajo conectadas a través de una o más redes de área local, las cuales proveerán acceso a un grupo de servicios centralizados (por ejemplo, catálogos, archivos).

Una arquitectura de software abierta, flexible, distribuida y orientada a objetos será utilizada con el objeto de proveer acceso independiente de la localización a los diferentes servicios distribuidos. Además, estos servicios son requeridos para garantizar un nivel de calidad de servicio. La implementación de esta arquitectura será simplificada mediante el uso de middleware distribuido. Este middleware asegurará mediante una política de planificación correcta, que todas las tareas tendrán los recursos necesarios. Suministrará un esqueleto "Plug&Play" donde los diferentes componentes del software de control serán

conectados. Esta arquitectura suministrará un entorno homogéneo tal, que el tiempo y coste de desarrollo de los diferentes componentes será reducido.

2.4.2. Arquitectura del Software

La arquitectura del sistema de control consistirá en un conjunto altamente integrado de sistemas distribuidos por medio de redes en una organización jerárquica. Esta jerarquía será organizada siguiendo el model cliente-servidor. El sistema de control operará en tiempo real (quasi-real time), con una jerarquía de niveles de control y comunicaciones entre procesos. Habrá un gran número de puntos de control y por lo tanto, de procesos para controlarlos. Los planes actuales cumplen varios procesos front-end, procesos, estaciones de trabajo y servidores.

Al igual que en otros dominios (aviación, telecomunicaciones, multimedia), garantía de tiempo real es necesaria en el sistema de control de las redes de comunicación, en los sistemas operativos y en los componentes middleware subyacentes, con el objetivo de satisfacer la calidad de servicio requerida.

Los elementos de proceso del sistema de control pueden utilizar una implementación estándar en tiempo real de CORBA (Common Object Request Broker Architecture) para la comunicación entre objetos a través de redes. Además, la especificación de interfaces será muy importante para el mantenimiento y conservación de la inversión teniendo en cuenta los rápidos cambios tecnológicos. Por ello serán usados estándares abiertos como RT POSIX o ATM, y también CORBA.

2.4.3. Arquitectura del Hardware

La arquitectura del hardware del sistema de control será totalmente distribuida. Consistirá en nodos VME llamados unidades de control locales (LCU) con capacidad de proceso en tiempo real conectados directamente a dispositivos físicos del GTC. Estas conexiones serán capaces de usar un conjunto variado de buses de control (ej., CAN bus, GPIB, Bitbus). Otros nodos de alto nivel llevarán a cabo funciones de coordinación y ofrecerán servicios críticos al resto de los nodos (ej., envío de eventos, logging, monitorización, planificación).

Ambas, LCU y las unidades de coordinación, serán conectadas por medio de uno o más ATM nodos, para formar la llamada red de control. Esta arquitectura permitirá una configuración dinámica del tráfico del tal forma que cada nodo tendrá un ancho de banda adecuado a sus necesidades. En las circunstancias en las que el ancho de banda es muy grande, serán usados otros interfaces como SCI o Fiber Channel, Sin embargo, cuando el ancho de banda no sea problema, se podrían usar interfaces más baratos como Ethernet o Fast-Ethernet.

2.4.4. Introducción a los sistemas SCADA

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition, es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es GENERALMENTE cerrado por el operador. Los Sistemas de Control distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. En la tabla No. 1 se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los sistemas de Control Distribuido (DCS) (ESTAS Características no son limitantes para uno u otro tipo de sistemas, son típicas).

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: El FENÓMENO FÍSICO lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, ph, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los SENSORES o TRANSDUCTORES.

Los SENSORES o TRANSDUCTORES convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o

capacitancia.

Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan ACONDICIONADORES DE SEÑAL, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transientes y ruidos originados en el campo.

Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de CONVERSIÓN DE DATOS. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su ANÁLISIS y para la TOMA DE DECISIONES. Simultáneamente, se MUESTRA LA INFORMACIÓN al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede TOMAR LA DECISIÓN de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una SALIDA DE CONTROL, el cual funciona como un acondicionador de señal, la cual la escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador, etc.

2.5. SISTEMA DE COMUNICACIÓN TRONCALIZADO.

"Es un sistema en el cual los usuarios comparten todos los canales disponibles (frecuencias asignadas), evitando así que dependan de un canal determinado y no puedan transmitir su mensaje si este se encuentra ocupado".

Para una mejor comprensión del sistema troncalizado describiremos el funcionamiento de un sistema convencional:

En un sistema convencional cada grupo de usuarios cuenta con un canal determinado. Si un usuario desea comunicarse con otro usuario de otro grupo, debe cambiar su radio al canal respectivo. De esta manera si el canal al cual está asignado el usuario se encuentra ocupado este no puede transmitir su mensaje.

En el sistema troncalizado, se crean grupos de usuarios independientes de los canales o frecuencias con que se cuente. De tal manera que cuando un usuario desea realizar un llamado, bien sea de voz o datos, el sistema automáticamente le asigna un canal libre. Si en ese momento no se encuentra ningún canal libre, queda en una cola de espera por un determinado tiempo. Este tiempo es programable al igual que otras muchas facilidades.

Un ejemplo sencillo de cómo funciona un sistema troncalizado, es comparándolo con las filas de clientes de los establecimientos bancarios, donde los clientes realizan una sola fila y el primero que se encuentre en ella es atendido por el cajero que quede disponible.

2.5.1. Sistema troncalizado

El sistema troncalizado es totalmente computarizado, por lo tanto posee elementos de control que permiten detectar rápidamente las fallas que se presenten en su funcionamiento. Así mismo dependiendo de la marca del sistema, posee mecanismos automáticos para evitar que el sistema falle completamente en caso de que algún componente quede fuera de servicio. Además todos los parámetros de operación son programables de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

El sistema debe incluir todo el hardware y el software necesario para su operación, administración y mantenimiento, puesto que cada fabricante desarrolla su propia tecnología. Lo anterior es muy importante tenerlo en cuenta en el momento de definir el pliego de condiciones, puesto que cada fabricante es propietario del software con el que funciona su sistema.

2.5.2. Características

Los Sistemas Radio Trunking son sistemas de radiocomunicaciones móviles para aplicaciones privadas, formando grupos y subgrupos de usuarios, con las siguientes características principales:

Estructura de red celular (independientes de las redes públicas de telefonía móvil)

Los usuarios comparten los recursos del sistema de forma automática y organizada.

Cuando se requiere, por el tipo de servicio, es posible el establecimiento de canales prioritarios de emergencia que predominarían sobre el resto de comunicaciones del grupo.

Son sistemas que han ido estandarizando las diferentes interfaces desde su introducción en el año 1997. En la actualidad se está produciendo un proceso de estandarización con los sistemas digitales.

2.5.3. Ventajas que ofrece un sistema Troncalizado

Llamada individual.

Llamada a un grupo dentro de otro grupo mayor.

Llamada de emergencia con prioridad absoluta.

Lista de llamadas recibidas en espera de ser atendidas.

Desvío de llamadas en ausencia del destinatario.

Almacenamiento de mensajes vocales.

Bloqueo de un canal, asignado temporalmente a un grupo.

Transmisión de datos, facsímil, etc.

Consultas a bases de datos.

Mensajes cortos sin ocupación de canal.

2.6. FIBRA ÓPTICA.

2.6.1. Concepto de fibra óptica.

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plástico (cristales artificiales), del espesor de un pelo (entre 10 y 300 micrones). Llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.

Las fibras ópticas pueden ahora usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos (tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones), como en grandes redes geográficas (como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas).

El principio en que se basa la transmisión de luz por la fibra es la reflexión interna total; la luz que viaja por el centro o núcleo de la fibra incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor que el ángulo crítico, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra. Así, la luz puede transmitirse a larga distancia reflejándose miles de veces. Para evitar pérdidas por dispersión de luz debida a impurezas de la superficie de la fibra, el núcleo de la fibra óptica está recubierto por una capa de vidrio con un índice de refracción mucho menor; las reflexiones se producen en la superficie que separa la fibra de vidrio y el recubrimiento.

Concluyo pues diciendo que, la Fibra Óptica consiste en una guía de luz con materiales mucho mejores que lo anterior en varios aspectos. A esto le podemos añadir que en la fibra óptica la señal no se atenúa tanto como en el cobre, ya que en las fibras no se pierde información por refracción o dispersión de luz consiguiéndose así buenos rendimientos, en el cobre, sin embargo, las señales se ven atenuadas por la resistencia del material a la propagación de las ondas electromagnéticas de forma mayor. Además, se pueden emitir a la vez por el cable varias señales diferentes con distintas frecuencias para distinguirlas, lo que en telefonía se llama unir o multiplexar diferentes conversaciones eléctricas. También se puede usar la fibra óptica para transmitir luz directamente y otro tipo de ventajas en las que no entraré en detalle.

2.6.2. Funcionamiento de la fibra óptica.

En un sistema de transmisión por fibra óptica existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa, por ello se le considera el componente activo de este proceso. Una vez que es transmitida la señal luminosa por las minúsculas fibras, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se le denomina

detector óptico o receptor, cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original. El sistema básico de transmisión se compone en este orden, de señal de entrada, amplificador, fuente de luz, corrector óptico, línea de fibra óptica (primer tramo), empalme, línea de fibra óptica (segundo tramo), corrector óptico, receptor, amplificador y señal de salida.

En resumen, se puede decir que este proceso de comunicación, la fibra óptica funciona como medio de transportación de la señal luminosa, generado por el transmisor de LED'S (diodos emisores de luz) y láser.

Los diodos emisores de luz y los diodos láser son fuentes adecuadas para la transmisión mediante fibra óptica, debido a que su salida se puede controlar rápidamente por medio de una corriente de polarización. Además su pequeño tamaño, su luminosidad, longitud de onda y el bajo voltaje necesario para manejarlos son características atractivas.

2.6.3 Componentes de la fibra óptica.

El Núcleo: En sílice, cuarzo fundido o plástico - en el cual se propagan las ondas ópticas. Diámetro: 50 o 62,5 μm para la fibra multimodo y 9 μm para la fibra monomodo.

La Funda Óptica: Generalmente de los mismos materiales que el núcleo pero con aditivos que confinan las ondas ópticas en el núcleo.

El revestimiento de protección: por lo general está fabricado en plástico y asegura la protección mecánica de la fibra.

2.6.4 Características de la fibra óptica.

Características Generales:

Coberturas más resistentes:

La cubierta especial es extruida a alta presión directamente sobre el mismo núcleo del cable, resultando en que la superficie interna de la cubierta del cable tenga aristas helicoidales que se aseguran con los subcables.

Uso Dual (interior y exterior):

La resistencia al agua, hongos y emisiones ultra violeta; la cubierta resistente; buffer de 900 μm ; fibras ópticas probadas bajo 100 kpsi; y funcionamiento ambiental extendida; contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida.

Mayor protección en lugares húmedos:

En cables de tubo holgado rellenos de gel, el gel dentro de la cubierta se asienta dejando canales que permitan que el agua migre hacia los puntos de terminación. El agua puede acumularse en pequeñas piscinas en los vacíos, y cuando la delicada fibra óptica es expuesta, la vida útil es recortada por los efectos dañinos del agua en contacto. Combaten la intrusión de humedad con múltiples capas de protección alrededor de la fibra óptica. El resultado es una mayor vida útil y mayor confiabilidad especialmente en ambientes húmedos.

Protección Anti-inflamable:

Los nuevos avances en protección anti-inflamable hace que disminuya el riesgo que suponen las instalaciones antiguas de Fibra Óptica que contenían cubiertas de material inflamable y relleno de gel que también es inflamable.

Estos materiales no pueden cumplir con los requerimientos de las normas de instalación, presentan un riesgo adicional, y pueden además crear un reto costoso y difícil en la restauración después de un incendio. Con los nuevos avances en este campo y en el diseño de estos cables se eliminan estos riesgos y se cumple con las normas de instalación.

Empaquetado de alta densidad:

Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos. Se ha llegado a conseguir un cable con 72 fibras de construcción súper densa cuyo diámetro es un 50% menor al de los cables convencionales.

Características Técnicas:

La fibra es un medio de transmisión de información analógica o digital. Las ondas electromagnéticas viajan en el espacio a la velocidad de la luz.

Básicamente, la fibra óptica está compuesta por una región cilíndrica, por la cual se efectúa la propagación, denominada núcleo y de una zona externa al núcleo y coaxial con él, totalmente necesaria para que se produzca el mecanismo de propagación, y que se denomina envoltura o revestimiento.

La capacidad de transmisión de información que tiene una fibra óptica depende de tres características fundamentales:

- a) Del diseño geométrico de la fibra.
- b) De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración. (Diseño óptico)
- c) De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esta anchura, menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra.

Presenta dimensiones más reducidas que los medios preexistentes. Un cable de 10 fibras tiene un diámetro aproximado de 8 o 10 mm. y proporciona la misma o más información que un coaxial de 10 tubos.

El peso del cable de fibras ópticas es muy inferior al de los cables metálicos, redundando en su facilidad de instalación.

El sílice tiene un amplio margen de funcionamiento en lo referente a temperatura, pues funde a 600C. La F.O. presenta un funcionamiento uniforme desde -550 C a +125C sin degradación de sus características.

Características Mecánicas:

La F.O. como elemento resistente dispuesto en el interior de un cable formado por agregación de varias de ellas, no tiene características adecuadas de tracción que permitan su utilización directa.

Por otra parte, en la mayoría de los casos las instalaciones se encuentran a la intemperie o en ambientes agresivos que pueden afectar al núcleo.

La investigación sobre componentes opto electrónicos y fibras ópticas han traído consigo un sensible aumento de la calidad de funcionamiento de los sistemas. Es necesario disponer de cubiertas y protecciones de calidad capaces de proteger a la fibra. Para alcanzar tal objetivo hay que tener en cuenta su sensibilidad a la curvatura y micro curvatura, la resistencia mecánica y las características de envejecimiento.

Las micro-curvaturas y tensiones se determinan por medio de los ensayos de:

Tensión: cuando se estira o contrae el cable se pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen micro curvaturas.

Compresión: es el esfuerzo transversal

Impacto: se debe principalmente a las protecciones del cable óptico.

Enrollamiento: existe siempre un límite para el ángulo de curvatura pero, la existencia del forro impide que se sobrepase.

Torsión: es el esfuerzo lateral y de tracción.

Limitaciones Térmicas: estas limitaciones difieren en alto grado según se trate de fibras realizadas a partir del vidrio o a partir de materiales sintéticos.

Otro objetivo es minimizar las pérdidas adicionales por cableado y las variaciones de la atenuación con la temperatura. Tales diferencias se deben a diseños calculados a veces para mejorar otras propiedades, como la resistencia mecánica, la calidad de empalme, el coeficiente de relleno (número de fibras por mm²) o el costo de producción.

2.6.5. Fibra óptica del sistema Metro de Maracaibo

El Sistema de Fibra Óptica Siemens OTN-150 (Open Transfer Network de 150 Mbps) es el instalado y actualmente en servicio, en el METRO DE MARACAIBO. Está soportado sobre una red de fibra óptica Monomodo, en una configuración en anillo, con redundancia lógica, que enlaza al CCO (Nodo 0) con todas las estaciones de pasajeros.

Los nodos que conforman la red de fibra óptica, están equipados con tarjetas para la comunicación de señales de voz y datos. El ancho de banda del sistema OTN es de 150 Mbps, que por diseño se ha subdividido en varios servicios, con sus respectivos anchos de banda: Telefonía (5 Mbps), Altavoces (2 Mbps), Datos Seriales (4,5 Mbps), Puerto de Datos TCP/IP (30 Mbps). Esto, para una capacidad instalada de 42 Mbps, con una ocupación del 28% del ancho de banda total.

- SUMINISTRO DE ENERGÍA

Cada nodo N22 viene equipado con dos (2) tarjetas de suministro de energía, llamadas PSU1 y PSU2, que se encargan de convertir el voltaje de entrada AC (120 VAC) en salidas de ± 5 VDC y ± 12 VDC.

Las tarjetas de suministro de energía son redundantes, por lo que puede retirarse alguna de ellas en caliente, en caso de falla, que se detecta observando los LED's que vienen instalados en la tarjeta. Un LED rojo encendido significa que está presente la alimentación de entrada. Si está apagado, no está llegando la energía al módulo, o hay presencia de falla. Un LED verde encendido, indica que está presente la respectiva alimentación de salida. Si está apagado, no sale el voltaje del módulo, o hay presencia de falla.

- TARJETA BORA

Es la tarjeta encargada de establecer los enlaces ópticos entre nodos adyacentes. Con una ruta principal de comunicación, tiene la posibilidad de realizar la conmutación automática, hacia la ruta secundaria o de respaldo.

Indicadores LED

El panel frontal de la tarjeta de red BORA, tiene los LED's marcados como: L, R, T, P1, P2, S1, S2, CVA, OSL, EOW y CLK.

LED's Ethernet L, R y T

El OMS (Software de Administración de la Red OTN) puede acceder a la red OTN, a través del puerto Ethernet.

- Cuando se enciende el LED L (= Link), quiere decir que el enlace es correcto y está activo.
- Cuando se enciende el LED R (= Recepción), indica que se reciben datos.
- Cuando se enciende el LED T (= Transmisión) LED, es porque los datos se están transmitiendo.

LED EOW

El LED EOW se ilumina, cuando se ha conectado el micrófono del auricular en la estación.

LED's P1, S1, P2 y S2.

Durante el funcionamiento normal, el encendido de estos LED's en VERDE, indica que los anillos primario o principal (P1 y P2) y secundario o de respaldo (S1 y S2) están sincronizados y el equipo está en capacidad de hacer la conmutación automática, en el momento que sea necesario.

- El LED P1 se ilumina en ROJO si, a través del anillo principal, el nodo no recibe datos, o son tramas irreconocibles, lo cual indica una situación de error. Si el indicador luminoso de P1 no está encendido, la tarjeta de red recibe tramas de sincronización desde el nodo anterior (el nodo principal de sincronización del anillo).
- El LED S1 se ilumina en ROJO si, a través del anillo secundario, el nodo no recibe datos, o son tramas irreconocibles, lo cual indica una situación de error. Si el indicador luminoso de S1 no está encendido, la tarjeta de red recibe tramas de sincronización desde el nodo anterior (el nodo secundario de sincronización del anillo).
- Cuando el LED P2 se ilumina en VERDE, indica que la sincronización de red se hace por el anillo principal; es decir, todos los nodos se están sincronizando con el nodo maestro y es posible el transporte de datos.

- Cuando el LED S2 se ilumina en VERDE, esto indica que la sincronización de red se está haciendo por el anillo secundario; es decir, todos los nodos se están sincronizando con el nodo maestro y el transporte de datos es posible.

LED CVA

Hay dos LED's CVA (= Alarma de Violación del Código); uno, por cada módulo TRM (Módulo de Transmisión y Recepción). El estado del LED CVA, indica la calidad de la señal recibida. Al mismo tiempo, es de ayuda para el diagnóstico de posibles fallas en la ruta de transmisión.

Mientras el receptor está sincronizado, solo los errores esporádicos de transmisión serán indicados por el LED, como violaciones de código, en períodos cortos (200 ns). Varias violaciones consecutivas del código, dan como resultado la pérdida de sincronización y el LED permanecerá encendido.

El LED CVA se ilumina de forma constante, siempre que el receptor está fuera de sincronización, lo que puede ser causado por la ausencia de una señal de entrada, un plug desconectado, un cable defectuoso, o problemas en la conexión. Tan pronto como el receptor ha visto un número determinado de bits de sincronización ininterrumpidos y de forma consecutiva, la sincronización del enlace se restablece y los LED's se apagan. Es decir, el sincronismo se restablece automáticamente, con la recepción de la señal de sincronización, de manera consecutiva y sin interrupción.

LED OSL

Hay dos LED's OSL (= Pérdida de Señal Óptica); uno por cada módulo TRM. El LED se ilumina en ROJO, cuando la potencia recibida es inferior a un valor pre-establecido por el fabricante para el módulo transceptor óptico. Además de esta señal visible en el equipo, las alarmas se envían simultáneamente hacia el OMS.

LED CLK

Cuando se enciende el LED CLK en VERDE, indica que se ha detectado un reloj externo en el conector BNC de la tarjeta.

Cuando esta tarjeta de red, es la BORA del Máster (Nodo 0 - CCO), todo el anillo de la OTN será sincronizado (como esclavo) a este reloj.

Durante el arranque (auto-test) y en caso de presentarse en este momento un error, el LED no tiene estas mismas funciones. Durante el auto-test, todos los indicadores LED parpadean alternativamente.

Pantalla alfanumérica

La pantalla alfanumérica de 4 caracteres muestra todo tipo de datos, con respecto a la operación del Nodo y su configuración. Como la red OTN se ha instalado sobre nodos N22, la parte superior de la pantalla, es el MSB.

- TARJETA ET100E

Indicadores LED

El panel frontal de una tarjeta de interfaz ET100E tiene seis LED's, encima de cada conector del puerto, que proporcionan la siguiente información:

a. "L" (Link), en color: verde, representa el estado del puerto de enlace, de la siguiente manera:

- Apagado: Puerto deshabilitado
- Parpadeo lento: Enlace abajo
- Parpadeo rápido: Hay demasiados errores consecutivos.
- Encendido: Enlace arriba

b. "S" (Speed), en color: verde, representa la velocidad fijada para este puerto:

- Apagado: 10 Mbps
- Encendido: 100 Mbps

c. "D" (Dúplex), en color: verde, representa el modo dúplex establecido para este puerto:

- Apagado: Half-dúplex
- Encendido: Full-dúplex

d. "C" (Colisión), en color: amarillo. Este LED se ilumina, cuando hay actividades de transmisión y recepción de manera simultánea, en modo half-dúplex. Esto da como resultado la colisión en la retransmisión de paquetes.

e. "R" (Recepción), en color: verde. Cuando hay actividad en el par de hilos, este LED se ilumina, indicando que este puerto está recibiendo un paquete.

f. "T" (Transmisión), en color: verde. Cuando hay actividad en el par de hilos, este LED se ilumina, indicando que este puerto está transmitiendo un paquete.

- TARJETA RSXMM

Indicadores LED

En el panel frontal de la tarjeta de interfaz RSXMM, hay 16 LED's verdes, que se encuentran dispuestos en una matriz de diodos de cuatro por cuatro. Los LED's del 1 a 12 que están en las tres filas superiores, corresponden a los puertos de 1 a 12, e indican si hay actividad en estos circuitos. Un LED iluminado indica que el receptor RS422 o RS232 del circuito correspondiente es regular o permanece en el estado de "encendido".

Los LED's del 13 al 16 representan el estado de las señales RTS locales, de la RTS13 a la RTS16, y se encienden, cuando la señal de RTS está activa.

- TARJETA UNIVOICE

Indicadores LED

En el panel frontal de la tarjeta de interfaz UNIVOICE, hay 16 LED's verdes. Cuando la tarjeta se ha encendido e inicializado correctamente, todos los LED's permanecen oscuros. En funcionamiento normal, y dependiendo del tipo de módulo, el encendido de un LED, puede tener diferentes significados. Véase el párrafo siguiente, sobre el uso de indicaciones de los LED's para solucionar problemas.

- TARJETA 12LVOI-T

Indicadores LED

Algunos datos sobre su estado local, están representados en los LED's situados en el panel frontal de las tarjetas 12LVOI-B y 12LVOI-T.

Por cada circuito (1 a 12), un LED encendido de color verde, indica que se ha levantado el auricular de la estación conectada al circuito correspondiente.

Además, la tarjeta de interfaz de 12LVOI-T también tiene un LED rojo que indica PF (Power Failure - Falla de Alimentación). PF LED se ilumina, cuando no aparecen los -48 V del repique.

2.7. CENTRAL TELEFONICA PRIVADA

Una PBX o PABX (Private Branch Exchange y Automatic Private Branch Exchange) cuya traducción al español sería Ramal privado de conmutación automática, o más bien Central Secundaria Privada Automática; es en realidad cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de telefonía por medio de líneas troncales para gestionar además de las llamadas internas, las entrantes y salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica. Este dispositivo generalmente pertenece a la empresa que lo tiene instalado y no a la compañía telefónica, de aquí el adjetivo Privado a su denominación.

Un PBX se refiere al dispositivo que actúa como una ramificación de la red primaria pública de teléfonos, por lo que los usuarios no se comunican directamente al exterior mediante líneas telefónicas convencionales, sino que al estar el PBX directamente conectado a la RTC (red telefónica pública), será

esta misma la que enrute la llamada hasta su destino final mediante enlaces unificados de transporte de voz llamados líneas troncales. En otras palabras, los usuarios de una PBX no están asociados con la central de teléfonos pública, ya que es la misma PBX la que actúa como tal, análogo a una central pública que da cobertura a todo un sector mientras que un PBX lo ofrece generalmente en las instalaciones de una compañía.

2.7.1. Funcionamiento

Los PBX de gran escala, instalados en grandes oficinas funcionan como dispositivos físicos que administran el tráfico de llamadas, incluso contabiliza las llamadas para uso financiero y de facturación. (Información utilizada por la compañía de teléfono, quien programará la central además para hacerla compatible y reconozca otras centrales de su entorno de redes telefónicas primarias). Hoy en día una PBX no es más que una computadora especializada, siendo el usuario quien podrá configurar los parámetros de las llamadas entrantes y salientes. Generalmente el usuario conecta el PBX por un único enlace digital, como E1 ó T1, utilizando tan sólo 2 pares de cables en lugar de $2n$ hilos para las n líneas externas contratadas. Generalmente estos enlaces tienen capacidad de portar hasta 30 líneas sin llegar a comprimir la información de la voz lo suficiente como para degradarla más 2 líneas más que ocupan para el envío y recepción de información.

Las compañías locales generalmente imponen altos costos al servicio de enlace E1 o T1 y en algunos casos, aparte de cobrar altas tarifas fijas mensuales, factura cada minuto entrante o saliente; además requiere contratos especiales con la operadora telefónica. Sin embargo en países más desarrollados, no existen cargos por mantener un enlace E1 o T1, y por el contrario, se está migrando a estos enlaces en PBX que poseen infraestructura para tal en vez de usar líneas convencionales para desocupar cables en las acometidas intraurbanas y descongestionar puertos en la central pública, ya que el PBX se vuelve en sí "su propia central".

El método de conexión para pequeñas y medianas empresas no deja de ser por líneas comunes de la compañía telefónica, utilizando cuantas líneas quiera

tener el usuario, y éstas a su vez conectadas a la central telefónica, que a pesar de que podría tratarse de un PBX, no estaría funcionando como tal, y tan solo como una central privada híbrida. Esto se debe a que el tráfico de la llamada entrante o el inicio de la llamada saliente se origina en la central pública de la empresa de telefonía, probablemente al igual que otros abonados de la zona, mientras que si trabajase como PBX, el tráfico de llamadas culminaría o se iniciaría en la misma centralita. Hay casos en que se usa un enlace digital con capacidad de varias llamadas simultáneas con la red exterior y aparte un par de líneas convencionales con fines ya sea de respaldo, o de estrategias de logística para dirigir llamadas por otras líneas de otros operadores que ofrecen tarifas más convenientes para cierto tipo de llamadas. (Internacionales, teléfonos móviles, etc.) Ejemplo: Una empresa grande con muchos abonados tiene: Un enlace E1 con la empresa estatal o privada de teléfonos con capacidad de 30 líneas de entrada y 30 de salida utilizando un PBX con autonomía sobre la red troncal; 6 líneas conectadas a la red de telefonía móvil ya sea por bases (terminales fijos que simulan una línea convencional) o con dispositivos especializados que enlazan a la centralita con la red GSM con una tarjeta SIM con el fin de aprovechar tarifas preferentes llamando de "móvil a móvil"; 2 líneas para llamadas internacionales conectadas como líneas convencionales ofrecidas por otra empresa con mejores tarifas.

Las nuevas tecnologías de telefonía IP (VoIP) permiten la conmutación de voz vía Internet o redes informáticas privadas, siendo éste a veces el sistema de conexión del PBX con la Red de Telefonía Local Pública (RTC).

Las extensiones suelen ser líneas sencillas conectadas a teléfonos simples, con características similares a una línea de la RTC en cuanto a tensión y señales eléctricas, por lo que son perfectamente compatibles. Otros teléfonos pueden ser exclusivamente para ser usados con la marca del PBX, siendo compatibles sólo con estos. Estos últimos tienen funciones especiales adicionales como un display y se pueden monitorizar todas las líneas o extensiones mediante LEDs de control; incluso se puede programar el PBX completamente desde ciertos modelos. Estos teléfonos requieren generalmente

4 hilos en sus conexiones mientras que las extensiones sencillas requieren sólo 2.

Se puede incluso conectar una extensión de un PBX a un puerto línea externa de otra PBX, por ejemplo, el de una oficina vecina para lograr comunicación interna gratuita. Pero lo más conveniente es usar interfaces ISDN para interconectar más de un PBX, pudiendo compartir llamadas internas y hasta líneas troncales, haciendo como si se tratara de una sola central, creando una mini-red telefónica. Los bancos y agencias con sucursales dispersadas en varios kilómetros comparten estas características y la voz viaja vía red local en paquetes de datos.

2.8. OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE

Definición conceptual:

Utilización de un conjunto de normas y procedimientos cuya finalidad comprende el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el subsistema de telecomunicaciones de la 1era etapa de la línea 1 del metro de Maracaibo.

Definición operacional:

Aplicación de un conjunto de normas y procedimientos con la finalidad de desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos del subsistema de telecomunicaciones del metro de Maracaibo mediante el estudio de dicho conjunto de normas y procedimientos para la realización de un plan de mantenimiento preventivo.

Cuadro de variables:

La siguiente tabla describe la operacionalización de la variable con sus objetivos

específicos, las respectivas sub-variables e indicadores.

DERECHOS RESERVADOS

Tabla 2. Operacionalización de la variable

OBJETIVO GENERAL: Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos del subsistema de telecomunicaciones de la primera etapa de la Línea 1 del Metro de Maracaibo.				
Objetivos Específicos.	Variable.	Dimensiones.	Sub-dimensiones.	Indicadores.
Analizar procedimientos de mantenimiento establecido en normas y recomendaciones emitidas por el fabricante.	Plan de mantenimiento.	Procedimientos de mantenimiento o según normas y fabricantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Normativa aplicada. • Manuales de fabricantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Siemens
Identificar los sistemas de codificación presentes.		Codificación de equipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos del subsistema de telecomunicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de la compañía siemens -Equipo de recolección de datos scada. -Centrales telefónicas. -Fibra Optica. -Equipo de radio comunicación.
Elaborar el inventario técnico.		Inventario técnico.	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos existentes y condiciones actuales de los mismos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de los equipos del subsistema de telecomunicaciones. • Verificación de las condiciones actuales de los equipos

<p>Desarrollar una base de datos que mantenga el registro histórico.</p>	<p style="text-align: center;">Plan de mantenimiento.</p>	<p>Base de datos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas de los equipos. • Sustitución de equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Serial -Fecha -Hora -Tipo de Actividad -Componente Cambiado -Rotacion ubicacion -h.h/personal -Observaciones -Costo mensual -Costo anual
<p>Planificar las actividades de mantenimiento de acuerdo a los planes operativos de la empresa.</p>		<p>Planación del mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo. -Frecuencia de inspecciones. -Frecuencia de revisiones. -Frecuencia de sustituciones de piezas. -Probabilidad de aparición de averías.
<p>Diseñar formatos de control y seguimiento para la efectiva ejecución del mantenimiento.</p>		<p>Formatos de control y seguimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de formatos para la efectiva ejecución del mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Formatos de actividades por rutinas de ejecución. • Formatos de actividades por equipos.

DERECHOS RESERVADOS

DERECHOS RESERVADOS

CAPITULO III

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el tipo de la investigación a que se refiere el desarrollo de la misma, así como también el tipo de técnicas e instrumentos que se utilizaron en la obtención de la información, así mismo se indica el tratamiento para analizar la información obtenida para obtener los resultados.

3.1 Tipo de investigación.

Para el desarrollo del presente trabajo de grado se emplearon varios tipos de investigación: Documental o bibliográfica, exploratoria, descriptiva y en situ o de campo.

La investigación Documental o Bibliográfica constituye prácticamente la investigación que da inicio a casi todas las demás, por cuanto permite un conocimiento previo o bien un soporte documental o bibliográfico vinculante al tema objeto de estudio, conociéndose los antecedentes y quienes han escrito sobre el tema. Se considera que esta investigación es la que permite desarrollar con más propiedad todas las demás investigaciones. (Bavaresco, 1994).

De acuerdo a Chávez (1999) “Los estudios documentales son aquellos que se realizan sobre la base de documentos o revisión bibliográfica”. La finalidad de los estudios documentales es recolectar información a partir de documentos escritos.

Los datos obtenidos con esta técnica son datos secundarios, para el proyecto se requirieron de manuales de mantenimiento, textos de mantenimiento, listas de inventario, recomendaciones y manuales de los fabricantes de equipos, catálogos, documentos de información sobre el Metro de Maracaibo, planos, entre otros.

Por ello la información se complementó con revisiones de material bibliográfico, electrónico, archivos de la empresa, trabajos previos, normas, entre otros.

La investigación exploratoria permite brindar una aproximación de la realidad, partiendo de la base que el tema en estudio ha sido poco tratado. Tiene por objeto el acercamiento inicial a un problema. Es necesaria para obtener experiencia y luego ser estudiada en forma más precisa, más definitiva (Bavaresco, 1994).

La investigación Descriptiva va más a la búsqueda de aquellos aspectos que se desean conocer y de los que se pretende obtener respuesta. Consiste en describir y analizar sistemáticamente características homogéneas de los fenómenos estudiados sobre la realidad (individuos, comunidades) utilizando técnicas especiales como la técnica de la observación directa simple, observación mediante encuesta, cuestionarios, entrevistas. (Bavaresco, 1994).

Según Hernández Sampieri (1998), la investigación descriptiva, con mucha frecuencia, lograr describir situaciones y eventos, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier a otra situación que se desee investigar.

Por estas razones se puede decir que este trabajo es de tipo descriptivo, ya que, se elaborarán documentos, registros y además se acude a técnicas específicas de recolección de la información como son las entrevistas, cuestionarios, observación directa y otros.

La investigación en situ o de campo se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello permite el conocimiento más a fondo del problema por parte del investigador y el de manejar los datos con más seguridad. Así podrá soportarse en diseños exploratorios, descriptivos, experimentales y predictivos. (Bavaresco, 1994).

En tal sentido, esta investigación también se ubica en la clasificación de campo, ya que la información necesaria se obtuvo a través de la observación directa del proceso.

3.2. Diseño de la investigación.

Esta investigación se considera “No Experimental” debido a que se realiza sin manipular deliberadamente variables. La investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. No se construye ninguna situación, si no que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. (Hernández, Fernández y Baptista, 1998).

Luego de haber revisado las diferentes clasificaciones de los diseños no experimentales, la siguiente enmarco un diseño transversal descriptivo, puesto que el objeto se dirige a estructurar un plan de mantenimiento, luego de analizar la situación de los componentes del subsistema de telecomunicaciones con la información tomada en un periodo específico, en correspondencia con los planteamientos de Hernández, Fernández y Baptista, 1998. Los cuales plantean que los diseños descriptivos “son aquellos que miden la variable de estudio en un periodo único”

3.2.1. Población.

Toda investigación debe plantearse inicialmente la delimitación espacial. Esta delimitación señala el universo operacional o población, de lo contrario se haría muy complejo el proceso. (Bavaresco, 1994).

La población de esta investigación corresponde a los equipos de telecomunicaciones de la primera etapa de la Línea 1 del Metro de Maracaibo, que va desde Patios y Talleres en Altos de la Vanega hasta la estación Libertador en el Sector Las Playitas.

3.3. Fases de estudio.

Para el desarrollo del presente trabajo, cada objetivo específico fue dividido en fases, tal como se muestra a continuación:

Objetivo 1. Analizar procedimientos de mantenimiento establecidos en normas y recomendaciones emitidas los fabricantes de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.
Fases
- Revisión de los procedimientos y recomendaciones establecidos en los manuales de fabricantes.

Objetivo 2. Identificar los sistemas de codificación de equipos e instalaciones presentes los equipos de telecomunicaciones.
Fase
- Revisión de los sistemas de codificación presentes en los equipos.

Objetivo 3. Elaborar el inventario técnico de los equipos del subsistema de telecomunicaciones.
Fase
- Proponer una planilla de inventario técnico en la cual se vaciaran los datos

actualizados de las condiciones actuales de los equipos presentes.

Objetivo 4.

Desarrollar una base de datos que mantenga el registro histórico de los equipos del subsistema de telecomunicaciones

Fases

- Proponer una planilla para vaciar los datos de los equipos cada vez que se realiza alguna actividad de mantenimiento y así lograr un registro histórico de todos los gastos, repuestos, horas hombre y costos anuales del mantenimiento.
- Revisión de posible sustitución de los equipos.

Objetivo 5.

Planificar las actividades de mantenimiento de acuerdo a los planes operativos de la empresa.

Fase

- Definir los horarios disponibles para el mantenimiento, fuera del horario de operación comercial de la empresa
- Definir la periodicidad del mantenimiento de los equipos y sistemas.

Objetivo 6.

Diseñar formatos de control y seguimiento para la efectiva ejecución del mantenimiento.

Fase
- Realización de formatos de actividades por rutinas de ejecución y actividades por equipo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

BAVARESCO (1993), refiere que éstas técnicas conducen a la verificación del problema planteado. Cada tipo de investigación determinará las técnicas a utilizar y cada técnica establece sus herramientas, instrumentos o medios que serán empleados. Las técnicas serían observación directa, documental o mediante encuesta.

En la presente investigación se utilizará los dos tipos de fuente de información existente las cuales son las siguientes:

Fuentes Primarias: A través de esta fuente la información recolectada es de forma directa, esto implica la utilización de técnicas y procedimientos que suministran la información adecuada. Para el desarrollo de la investigación propuesta el método directo consiste en la recepción de los datos brindados ya sean orales o escritos (Bavaresco, 1988). Se emplearán como fuentes primarias las siguientes técnicas:

- ✓ Observación directa: es la técnica de mayor importancia, por cuanto es la que conecta al investigador con la realidad, es decir, al sujeto con el objeto o problema. Es la observación más neutral, más pura, más objetiva. (Bavaresco, 1994). Utilizando esta técnica, se podrán observar las diversas actividades llevadas a cabo en el departamento objeto de estudio, lo que permitirá apuntar lo que se considere significativo, para luego clasificar y utilizar los datos que se requieren para los objetivos de la investigación.

Para esta investigación se adoptó la técnica de Observación directa, lo que permitió tener una apreciación real del funcionamiento del conjunto de

componentes que conforman el subsistema de telecomunicaciones, como se comporta cada equipo y como juntos forman un sistema completo de operación.

- ✓ Entrevistas no estructuradas: es un interrogatorio que se realiza en forma espontánea para profundizar en la mente del interrogado. Esta técnica, es eminentemente concreta, personal e inmediata y las preguntas son formuladas y respondidas verbalmente, es por ello que fue realizada a todos los especialistas conocidos tanto de Metro de Maracaibo como de Metro de Caracas, las empresas Poyry (inspección del proyecto Metro de Maracaibo) y Siemens, A.G. ya que estas permitirán brindar un aporte significativo a la investigación.
- ✓ Mesa de reuniones: se llevarán a cabo con la finalidad de revisar y discutir con el equipo de trabajo de la Gerencia de Mantenimiento de Estructuras y Vías del Metro de Maracaibo la información obtenida, y de esta manera lograr el establecimiento de los mejores mecanismos para la consecución de los objetivos planteados.

Fuentes secundarias: son documentos elaborados a partir de las fuentes primarias, que permiten difundir su existencia y simplifican la labor de la búsqueda. Se empleará como fuente secundaria la siguiente herramienta:

- ✓ Revisión documental: es una técnica de recolección de datos que permite analizar registros de acuerdo a los intereses de la investigación. Estos documentos pueden ser: libros, documentos, revistas, Internet o cualquier otro medio de registro escrito o electrónico donde se localicen los antecedentes que sirvan para el estudio. En este caso, se revisó toda la documentación impresa y electrónica disponible referente al diseño conceptual y de detalle de los componentes del subsistema de telecomunicaciones, los manuales de operación y mantenimiento de los equipos entregados por el fabricante hasta el momento, textos y monografías acerca del diseño y la instalación componentes del

subsistema de telecomunicaciones y la teoría del mantenimiento y su aplicación práctica en la industria.

En este proyecto de estudio se utilizó este tipo de observación, buscando todo tipo de información respecto al tema como por ejemplo: sistemas de fibras ópticas, sistemas de altavoces, sistemas de grabación de voz, sistema SCADA, entre otros.

DERECHOS RESERVADOS

DERECHOS RESERVADOS

CAPITULO IV

CAPITULO IV

Resultados

En el presente capítulo se expone todos los resultados entregados por la investigación, así como los diseños de formatos para el control de mantenimiento, horarios de mantenimiento.

4.1. ANALIZAR PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO ESTABLECIDOS EN NORMAS Y RECOMENDACIONES EMITIDAS LOS FABRICANTES DE LOS EQUIPOS DEL SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.

4.1.1 Procedimientos para el mantenimiento de los equipos del sistema.

A continuación se establecerán los parámetros y algunas normas establecidas para la realización de las labores de mantenimiento en los equipos, se definirá el siguiente punto como un "manual de procedimientos" el cual se realice en conjunto con el personal de la gerencia de mantenimiento del Metro de Maracaibo.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS.

TABLA DE CONTENIDO.

1. DATOS BÁSICOS DEL PROCEDIMIENTO
2. ASPECTOS GENERALES.
3. GLOSARIO DE TÉRMINOS.
4. DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO.
5. ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO.
6. ANEXOS.

1. DATOS BÁSICOS DEL PROCEDIMIENTO

Objetivo: Establecer los pasos para gestionar órdenes de trabajo (OT) asociadas a la planificación del mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento correctivo, instalación, reposición e inspección.

Ámbito: Inicia con la generación de la orden de trabajo de mantenimiento y termina con el cierre de la misma. Lo dispuesto en este procedimiento, aplica para los equipos de telecomunicaciones que soportan la infraestructura de la red de METRO DE MARACAIBO.

2. ASPECTOS GENERALES

1. Los insumos para crear órdenes de trabajo provienen de:

- Mantenimiento correctivo: Reporte de incidencias a través del CCO o la Gerencia de Operaciones. Si el reporte ocurre en horario no laboral, el personal disponible atenderá la incidencia. Si es horario laboral, se deberá re-direccionar el requerimiento, al encargado del grupo para atenderlo.
- Mantenimiento preventivo: Consulta de órdenes de trabajo, generadas de manera automática por el sistema.
- Mantenimiento preventivo fuera del plan: Obedece a lineamientos de la Gerencia, con base en nuevos desarrollos e instrucciones.
- Mantenimiento predictivo: Es con el que se puede predecir la ocurrencia de una falla o suceso. Parte de la recopilación de experiencias y el seguimiento de las fallas ocurridas en la red de telecomunicaciones.

2. Una vez realizado el mantenimiento correctivo, deberá actualizarse el sistema de información, hasta ocho (8) días hábiles después de presentado el evento. En la actualización de la base de datos, sólo se registran datos básicos de los equipos y sus características.

3. Para todas las Órdenes de Trabajo que generen una suspensión de los servicios que soporta la infraestructura de telecomunicaciones, se deberá realizar un plan de trabajo donde se exprese de manera explícita las tareas a efectuar, la fecha, las horas de inicio y fin de las actividades, nombre del responsable, contingencias a tratar y servicios que serán afectados. Estos datos deberán ser consignados y divulgados a la Gerencia de Operaciones y al CCO, para que tomen las medidas que correspondan.

4. En el evento que el mantenimiento conlleve más de un día de trabajo, se debe diligenciar diariamente en esta la orden de trabajo los avances de las actividades, con el fin de asegurar el registro detallado de la información soporte del trabajo efectuado.

Para ejecutar las órdenes de trabajo de mantenimiento que requieren suspensión del servicio, se debe tener en cuenta la notificación a los usuarios acerca de los sucesos que acarrearán la suspensión del servicio, así como la duración del evento (fecha y hora).

5. Cuando la orden de trabajo está en estado de “Ejecutado según prórroga”, “N/A” y “No Operativo”, se debe diligenciar en el campo “Observaciones” la justificación del estado seleccionado. Para los demás casos “Ejecutado según programación” y “Operativo”, esta condición no aplica.

Las fechas de inicio y fin, previstas para la ejecución del mantenimiento y referenciadas en la OT no deben modificarse; en este caso se cancela la OT y se genera una nueva.

6. Se definen los siguientes conceptos para elegir el tipo de orden de Mantenimiento:

- Preventivo según el Plan: Son las órdenes de trabajo generadas automáticamente desde el sistema de información y hacen parte de un plan estructurado y soportado en el sistema. Son eventos programados, que se realizan para certificar el correcto funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones.

- Requerimiento Legal: Son las órdenes de trabajo producto de un reclamo o solicitud de un cliente de METRO DE MARACAIBO, que está siendo afectado por el servicio y es responsabilidad de la Empresa. Aplican también los cambios en las Regulaciones de Telecomunicaciones, emitidas por el Ministerio.

- Inspecciones: Son las OT ejecutadas para controlar y supervisar el cumplimiento del trabajo de mantenimiento realizado y detallado en la orden de trabajo. También aplican cuando los trabajos de mantenimiento son efectuados por un contratista externo a METRO DE MARACAIBO.
- Correctivo: Corresponde a las ordenes de trabajo generadas a partir de una falla, una contingencia o una emergencia. Requiere ser ingresada al sistema de información, para llevar los registros, e incluirlas para elaborar futuros planes de mantenimientos preventivos en plan y mantenimientos predictivos.
- Preventivo Fuera del Plan: Es una orden de trabajo ocasionada por un cambio en los lineamientos de la Gerencia, con base en nuevos desarrollos e instrucciones, que implica también ser ingresada al sistema de información, en el momento en que ocurre.
- Predictivo: Son ordenes de trabajo que resultan de la experiencia, la observación de eventos y las técnicas de pronóstico que detectan futuras fallas; estas ordenes de trabajo se podrían generar automáticamente en el sistema de información, si se cuenta con los soportes lógicos adecuados.
- Inversión: Son OT donde los trabajos de mantenimiento requieren de una inversión, que fundamentalmente refieren la compra de partes o de equipos, que contribuyen con el correcto funcionamiento de la plataforma de telecomunicaciones.

7. Durante la actividad de mantenimiento se pueden detectar cuatro (4) tipos de averías/fallas: Físicas, mecánicas, eléctricas y electrónicas.

Los Técnicos de Telecomunicaciones que van al terreno, deben estar en la capacidad de identificar y atender la falla, según sea el caso y el tipo de avería.

Si se requiere y la complejidad del evento lo amerita, los ingenieros especialistas de cada área, deberán ser notificados para la toma de decisiones, que eventualmente implican cambios o adición de equipos y sistemas, que pueden alterar o modificar el diseño de la red de telecomunicaciones.

Por consiguiente, solo se recurre a apoyo externo (contratación) cuando para las actividades de mantenimiento sea necesario recurso técnico especializado. En este caso, en particular la información relacionada con la actividad de mantenimiento es proporcionada por el contratista a la parte administrativa y ésta se ocupará de registrarla en el sistema de información.

8. Los materiales que se requieren para la ejecución de la OT, deben ser solicitados por el Técnico de Telecomunicaciones a través del Ingeniero especialista del área, para que verifique la existencia de repuestos en el almacén y, en el caso que no haya existencia, informe a la Gerencia de Mantenimiento, para que asigne los recursos necesarios y se proceda con su consecución.

En la orden de trabajo, se deben registrar estos materiales, con copia al almacén, para que se elabore el respectivo soporte y permanezca actualizado el cambio de inventario. Así mismo, el almacén procederá con la elaboración del vale respectivo, para que se registre en el sistema el uso de los materiales. Si el requerimiento de materiales sucede en horario no laboral, se podrán retirar los materiales del almacén y posteriormente realizar el trámite establecido para formalizar el procedimiento.

9. Si al realizar labores de mantenimiento en sitio, se detectan fallas adicionales a las que originaron la orden de trabajo, se debe registrar la información de la causa inicial, junto con los datos de la nueva falla para que al efectuar el registro en el sistema de información, se ingrese la información asociada a la actividad solicitada, además de crear una orden de trabajo auxiliar a la original, para formalizar y registrar el trabajo de mantenimiento ejecutado para corregir la falla adicional.

10. Registros.

- ORDEN DE TRABAJO EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN
- INCIDENCIAS

- SOLICITUD DE CONSIGNACIÓN DE EQUIPOS
- PLANES DE TRABAJO
- SOLICITUD DE CAMBIO DE TECNOLOGÍA
- INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD (FORMATO MM-001)
- LISTAS DE CHEQUEO, ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, INSTRUMENTOS, VEHÍCULOS CONTRATISTAS (FORMATO MM-002).
- IMPRESO PARA GESTIÓN DE ÓRDENES DE MANTENIMIENTO (FORMATO MM-003).
- PLAN DE MANTENIMIENTO TELECOMUNICACIONES.

11. Relaciones.

- Norma NTC-ISO 9001:2000 "Sistema de Gestión de la Calidad".
- Mantenimiento Correctivo para Telecomunicaciones.
- Mantenimiento Preventivo para Telecomunicaciones.
- Gestión de Órdenes de Trabajo (OT) y consignaciones de equipos.
- Actualización del Sistema de Información.

12. Responsabilidades.

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

- Identifica el tipo de mantenimiento de acuerdo al servicio afectado.
- Supervisa que la OT esté totalmente diligenciada.
- Diseña el plan de mantenimiento anual.
- Programa la Orden de Trabajo en el Sistema de Información.
- Planea la OT.
- Cierra la OT.
- Lleva el histórico de las OT por equipos y sistemas.

TÉCNICO DE TELECOMUNICACIONES

- Ejecuta la Orden de Trabajo.
- Diligencia la Orden de Trabajo.
- Registra la Orden de Trabajo.
- Entrega la orden de trabajo al ingeniero supervisor del area.

ADMINISTRACION

- Archiva la OT, diligenciada por el Técnico de Telecomunicaciones.

3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acciones de Mantenimiento: Tareas que se planean, se programan y se ejecutan para efectuar el mantenimiento de los elementos del inventario de la base de datos (equipos y/o sistemas).

Acción Preventiva: Evento efectuado para eliminar la causa de una no-conformidad potencial u otra situación potencial indeseable.

Avería: Cese de la capacidad de una entidad para realizar una función específica.

Causa: Dato correspondiente a una falla, que indica el motivo por el cual se ha producido dicha avería. Se recomienda realizar un inventario, con un código y una descripción.

Consignación: Es el procedimiento mediante el cual se solicita, se estudia y se autoriza la intervención de un equipo, de una instalación o parte de ella.

Documentos Internos: Son aquellos formatos que contienen las tareas a realizar en las labores de mantenimiento y corresponden a los formatos MM-001 (Instructivo de Seguridad), MM-002 (Listas de Chequeo) y MM-003 (Gestión de Órdenes).

Efecto: Dato correspondiente a una avería, que indica el resultado de la misma. Se deberá llevar el registro correspondiente, con un código y una descripción.

Emergencia: Situación que genera un requerimiento crítico y prioritario.

Estado de la Orden de Trabajo: La gestión de la OT implica el paso por diferentes estados, que dependen de la fecha y su relación con el avance de la ejecución de la orden de trabajo.

Los estados de la Orden de Trabajo son:

- **Estado OT Solicitada:** Situación de la Orden de Trabajo en la que no se conoce las fechas previstas ni reales de trabajo. La Orden de Trabajo se ha creado y no se ha planificado, ni comenzado el trabajo.
- **Estado OT Programada:** Situación de la Orden de Trabajo en la que se conoce la fecha de inicio y (opcionalmente) la fecha de finalización previstas para el trabajo, pero aún no ha comenzado a ejecutarse. Todas las órdenes provenientes del Plan de Mantenimiento Anual se crean en este estado.
- **Estado OT en Ejecución:** Situación de la Orden de Trabajo, en la que indica la fecha de inicio del trabajo de mantenimiento, que ha empezado pero no ha finalizado.
- **Estado OT Cancelada:** Situación en la que se encuentra la Orden de Trabajo, si antes o durante la ejecución del trabajo, surgen circunstancias que requieran su no ejecución. En todo caso, es necesario que no existan costos asociados con esta OT.
- **Estado OT Ejecutada:** Orden de Trabajo, en la que se indican las fechas de inicio y fin reales del trabajo, que ha concluido y solo está pendiente de ser visado (cerrado) por el ingeniero supervisor del área y llevar el histórico en el sistema.
- **Estado OT Cerrada:** Situación de la Orden de Trabajo en la que, una vez realizada (“Ejecutada”), los datos introducidos en la misma han sido validados por el ingeniero supervisor responsable. Se guardarán los registros respectivos,

con las fechas en las que se efectuó el trabajo y las observaciones que amerite consolidar.

Lista de Chequeo: Documento que contiene las tareas o actividades que debe realizar el personal, de manera sistemática y regular, con el objeto de asegurar el correcto funcionamiento del equipo o del sistema a intervenir.

Los tipos de mantenimiento son:

- **Mantenimiento Correctivo:** Es todo aquel trabajo que se ejecuta a los equipos en falla o fuera de línea.

- **Mantenimiento Predictivo:** Es la técnica utilizada para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de un equipo, de la forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza, el tiempo de vida del componente se maximiza y finalmente, la disponibilidad del equipo se incrementa, favoreciendo su grado de confiabilidad. -

- **Mantenimiento Preventivo:** Es una técnica conformada por actividades necesarias que buscan evitar fallas; comprende inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos.

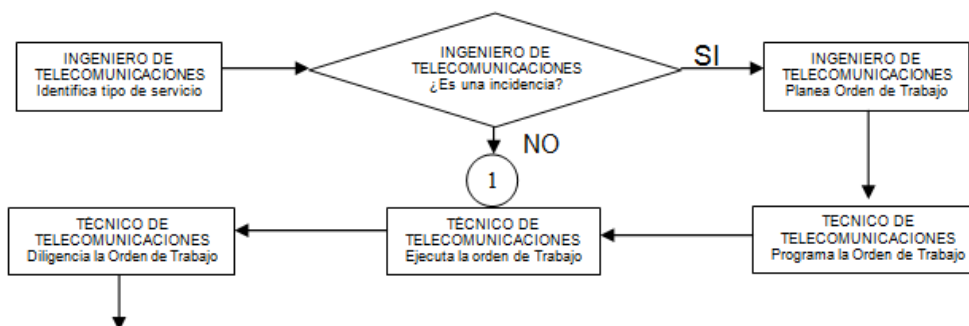
Orden de Trabajo: Elemento mediante el cual se planifican, elaboran y registran los trabajos de mantenimiento de los equipos de telecomunicaciones.

Síntoma: Dato correspondiente a una avería, que indica por qué se detectó la misma. Se deberá llevar el respectivo inventario, con un código y una descripción.

Urgencia: Situación que genera un mantenimiento preventivo fuera de plan, pero que no afecta los servicios de manera definitiva, lo que implicaría considerarlo como un mantenimiento correctivo. Es el caso, cuando un equipo empieza a presentar deficiencias intermitentes.

4. DIAGRAMA DEL PROCESO

Figura 1. Diagrama del proceso de procedimiento



5. ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

1. INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

Identifica el tipo de servicio.

El trabajo de mantenimiento se ofrece para cuatro (4) tipos de servicio:

1. Fibra Óptica (OTN).
2. Radio Trunking.
3. Telefonía.
4. Supervisión SCADA.

En este contexto se asignan y programan las órdenes de mantenimiento.

2. INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

¿El evento es una incidencia?

Se presentan dos clases de eventos por atender:

1. Rutinas y mantenimientos del día a día.
2. Incidencias (ocurre cuando se afecta un servicio).

Si el trabajo de mantenimiento es generado por una incidencia, continúe con la actividad, en caso contrario, continúe con la actividad 9.

3. INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

Planea Orden de Trabajo.

El Ingeniero de Telecomunicaciones coordina la programación de la actividad a ejecutar por el Técnico de Telecomunicaciones, es decir: verifica el tipo de servicio solicitado y re-direcciona el requerimiento al personal apto para la actividad; éste a su vez, de acuerdo con los requerimientos de mantenimiento, realiza el alistamiento de los instrumentos, planea la fecha y hora de ejecución de la actividad. Además del alistamiento de los instrumentos, el Técnico lleva consigo el formato impreso para el registro manual de la información.

4. TÉCNICO DE TELECOMUNICACIONES

Programa el Mantenimiento

Se debe considerar información sobre la descripción del trabajo a efectuar, la prioridad del mismo, la condición de operación y el tipo de trabajo de mantenimiento requerido.

Para favorecer futuras ejecuciones y llevar el histórico correspondiente, debe verificar en el sistema las OT relacionadas con el equipo, antes de proceder con el registro de la orden de trabajo.

5. TÉCNICO DE TELECOMUNICACIONES

Ejecuta la Orden de Trabajo

El técnico de telecomunicaciones ejecuta el trabajo en campo, si la actividad de mantenimiento lo requiere; cumpliendo con las normas

Establecidas en el instructivo de seguridad, que deben portar durante toda la maniobra, junto con la OT impresa y la lista de chequeo.

De acuerdo a las necesidades que implique el trabajo de mantenimiento, se presentan tres (3) clases de métodos para atender el requerimiento:

- * Desplazamiento al sitio del evento.
- * Atención remota.
- * Apoyo a técnico para dar soporte en sitios remotos.

6. TÉCNICO DE TELECOMUNICACIONES

Diligencia OT en sitio.

En todos los casos, se debe diligenciar la OT, adjuntando la información que se pide en el formato impreso.

7. INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

Verifica servicio y cierra OT

Confirma que el evento ha sido atendido y se ha resuelto la incidencia; revisa que la información

Fue ingresada en su totalidad en la OT, y de encontrar inconsistencias o falta de información, acude al encargado de la actividad, para que efectúe los ajustes necesarios.

Cuando la OT haya sido bien diligenciada, el Ingeniero de Telecomunicaciones procederá a consolidar el estado de la OT como "Ejecutada"

8. TÉCNICO DE TELECOMUNICACIONES

Registra la Orden de Trabajo

Se ingresa la información contenida en la OT impresa, actualizando la información del trabajo, las observaciones a que haya lugar, así como las fechas y horas de inicio y fin del trabajo.

Una vez en sitio, si se detecta una avería/falla adicional a la que inicialmente ocasionó la OT, la descripción en la OT original se mantiene y se documenta la totalidad del trabajo efectuado, en todos los casos se debe diligenciar la OT adjuntando la información que se pide.

9. ADMINISTRATIVO

Archiva OT impresa.

Se corrobora el diligenciamiento completo de la OT, para poder archivar el documento, como soporte de la actividad de mantenimiento efectuada.

Si se encuentran inconsistencias o falta de información, el responsable de la actividad de mantenimiento se ocupará de completar el registro.

6. ANEXOS

1. Instructivo de Seguridad (MM-001).*

2. Impreso para Gestión de OT (MM-002).*
3. Lista de Elementos de Seguridad (MM-003).*

*Formatos incluidos en la sección 6: “Diseño de formatos de control y seguimiento para la efectiva ejecución del mantenimiento.”

4.1.2 Actividades de mantenimiento preventivo para algunos de los equipos.

Luego de realizar una exhaustiva revisión a los manuales de operación y mantenimiento de los equipos se pudo definir ciertas tareas con el fin de hacer un mantenimiento preventivo a todos los componentes del sistema, a su vez describiendo las fallas comunes y algunas soluciones para estas.

- FIBRA OPTICA

En Operación Normal

Los siguientes datos se muestran, por aprox. 2 segundos:

- El número del propio Nodo.
- El número del Nodo anterior (nodo anterior, según la vía de transmisión del enlace primario).
- El número del Nodo siguiente (nodo siguiente, según la vía de transmisión del enlace primario).
- La configuración del Nodo y alarma local / alarma de enlace.
- La indicación de configuración del Nodo (PP, PS, SP o SS) muestra la dirección de los datos del nodo a través de:
 - PP: Desde la entrada principal (Pi) a la salida principal (Po)
 - PS: Desde la entrada principal (Pi) a la salida secundaria (So)
 - SP: Desde la entrada secundaria (Si) a la salida principal (Po)
 - SS: Desde la entrada secundaria (Si) a la salida secundaria (SO).
- La alarma de enlace (Li) se produce, cuando los nodos vecinos informan que no han recibido nada en la entrada procedente de este nodo.

- La alarma local (Lo) se produce cuando se reciben tramas inválidas.
 - Por defecto, aparece Link (en enlace). En el caso de un fallo del cableado, la palabra "Link" parpadeará en la pantalla.
 - El tipo de tarjeta de red. Para mostrar el tipo de tarjeta de red, se utilizan tres indicadores ("<a> - - <c>").
 - <a> = Cantidad de ranuras para interfaces (8 ranuras para un Nodo N22)
 - = El tipo de TRM1 que se utiliza: I, S, L o F;
 - <c> = El tipo de TRM2 que se utiliza: I, S, L o F;
- Donde: I = distancia inter-oficina, S = distancia corta, L = distancia larga, F = distancia lejana.

Tabla No. 3: Datos desplegados en la tarjeta de red durante la operación normal.

Ciclo					Indicación	
	4	3	2	1		
1	=	Nodo número			El propio Nodo	
2	<	Nodo número			Nodo anterior	
3	>	Nodo número			Nodo próximo	
4	PP / PS SP / SS	Li / Lo			Configuración del Nodo	Alarma de Enlace (Li) / Alarma Local (Lo)
5	Link / Ring				Modo (Si Intermitente, hay falla de cableado)	
6	<a> - - <c>				Tipo de tarjeta de red	

Durante la puesta en marcha o en caso de errores:

Cuando se ha creado un tipo no válido TRM, se muestra el mensaje "?". La tabla No.2, muestra los datos que aparecen durante el arranque (auto-test) o en el caso de presentarse errores. Si después de la autocomprobación, el nodo no está encendido en el anillo debido a errores internos, aparece un código indicando esta situación.

Tabla No. 4: Datos desplegados en la tarjeta de red durante la puesta en marcha o en caso de errores.

Display		Indicación
Ciclo 1	Ciclo 2	
TEST	TEST	El nodo se inicia y lleva a cabo una prueba automática. Si el sistema no es capaz de hacer el cambio, hay error en la tarjeta de red. Mientras exista este mensaje (TEST), seguido por un código, la OMS no se puede comunicar con la tarjeta de red y en el anillo el nodo no aparece encendido.
TEST	IRAM	Error en la RAM interna
TEST	XRAM	Error en la RAM externa
TEST	CRC1	Error en el flash 1 de la prueba de arranque CRC
TEST	PGR	Error en parte del programa. El código de programa para flash 1 y flash 2 es inválido.
FAIL	FAIL	Si se muestra FALLA, seguido por un código, es posible la comunicación con la OMS es posible a través del puerto Ethernet local, pero el nodo no está encendido en el anillo.
FAIL	ERMS	Error en el mecanismo de interrupciones de ERM1 y/o ERM2
FAIL	ERM1	Problemas con el arreglo de compuertas ERM1
FAIL	ERM2	Problemas con el arreglo de compuertas

		ERM2
FAIL	TRM1	Error de sincronización en el bucle de retorno eléctrico del TRM1 en la “cadena margarita” (daisy chain)
FAIL	TRM2	Error de sincronización en el bucle de retorno eléctrico del TRM2 en la “cadena margarita” (daisy chain)
FAIL	TRMS	Error de sincronización en el bucle de retorno eléctrico del TRM1 y TRM2 de “anillo doble”.
FAIL	N215	Falla en BORA-4- del Nodo N22
		Si se muestra cualquiera de los siguientes códigos de error, aunque el Ethernet local puede estar en mal estado, la comunicación con la OMS todavía es posible a través del anillo óptico.
E0	E0	Error en el flash 2 del arranque CRC. La parte del programa del flash 1 del arranque, está bien.
E1	E1	Los números de versión del arranque difieren de los flash de la EPROM
E2	E2	Error de Copia de RAM. Restaurar la configuración del Nodo.
E3	E3	Error en el bucle interno Ethernet (puerto Ethernet defectuoso)
E4	E4	Error en la RAM Ethernet de doble puerto (puerto Ethernet defectuoso).
E5	E5	Error de sincronización en el bucle de retorno de “anillo doble” con TRM1, error de control de estado de TRM1, o de tipo desconocido.

E6	E6	Error de sincronización en el bucle de retorno de “anillo doble” con TRM2, error de control de estado de TRM2, o de tipo desconocido.
E7	E7	Error en el bucle externo de Ethernet (puerto Ethernet defectuoso)
E8	E8	Estado de error en memoria RAM y de control; no se puede acceder al ancho de banda.
E9	E9	Error en la parte del programa de flash 1 de la prueba CRC, que implica la carga de un nuevo software. Si el error persiste, sustituya la tarjeta de red
E10	E10	Error en la parte del programa de flash 2 de la prueba CRC, que implica la carga de un nuevo software. Si el error persiste, sustituya la tarjeta de red

- SISTEMAS DE RADIO MÓVILES TRUNKING

✓ RADIO PORTÁTIL HT1250 LS+

El mantenimiento preventivo, se efectúa con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de tener grandes problemas en el futuro.

Los radios portátiles Motorola HT1250 LS+, como la mayoría de productos industriales de hoy, están diseñados para trabajo pesado y para la operación en entornos difíciles.

Las siguientes consideraciones se deben tener en cuenta como realización del mantenimiento preventivo de estos equipos.

- ✓ Almacene el radio portátil en un entorno adecuado, evitando exposición directa del sol. Preferiblemente en un área sombreada.
- ✓ Para cargar la batería, utilice un suministro ininterrumpido de energía. Se recomienda, efectuar siempre ciclos continuos de carga, para prolongar la vida útil de la batería.
- ✓ Utilice el radio portátil de forma adecuada, sin presionar excesivamente los botones, ni girar bruscamente las perillas.
- ✓ Efectúe la limpieza del radio portátil, incluyendo conector de la batería y terminal de antena, dos veces al año.
- ✓ Realice limpieza de las perillas (selector de canal y control de volumen), mínimo cada dos años, utilizando limpiadores electrónicos y trapos libres de grasa.
- ✓ Efectúe un ciclo completo de carga/descarga de la batería mínimo una vez al mes.

✓ **RADIO MÓVIL CDM 1550 LS**

Los radios móviles Motorola CDM 1550 LS, como la mayoría de productos industriales de hoy, están diseñados para trabajo pesado y para la operación en entornos difíciles.

Las siguientes consideraciones se deben tener en cuenta como realización del mantenimiento preventivo de estos equipos.

- ✓ Almacene los radios en un ambiente adecuado, sin exposición directa al sol y a la humedad.
- ✓ Utilice una fuente de energía estable y protegida, para la alimentación del radio.
- ✓ Mientras que el vehículo se encuentre en servicio de limpieza o mantenimiento, apague el radio móvil para evitar una sobrecarga

de energía inesperada. Inmediatamente después, revise que esté libre de polvo y humedad, y compruebe su funcionamiento.

- ✓ Utilice fuentes protegidas de energía estable, para la radio-telefonía móvil a bordo.
- ✓ No tire de micrófono de mano demasiado lejos del radio móvil.
- ✓ Efectúe limpieza de radio móvil y el micrófono de mano una o dos veces al año.
- ✓ Para la comunicación de los mensajes a los pasajeros, no “sobremodule” (hablar demasiado fuerte y cerca del micrófono).
- ✓ Limpie el radio móvil, el micrófono y los terminales de alimentación y de la antena, dos veces al año.

- **ESTACIÓN BASE QUANTAR**

La Estación Base Quantar de Motorola, como la mayoría de productos industriales de hoy, está diseñada para trabajo pesado y para la operación en entornos difíciles. Sin embargo, en condiciones normales de funcionamiento, la radio estación base Quantar genera calor, por lo que a estos equipos se les han incorporado ventiladores de refrigeración. En este sentido, el polvo es uno de los principales enemigos de la estación base de radio Quantar.

Las siguientes consideraciones se deben tener en cuenta como realización del mantenimiento preventivo de estos equipos.

- ✓ Durante la operación normal, mantenga cerradas las puertas de los bastidores de las estaciones base de radio Quantar.
- ✓ Utilice una fuente de energía estable y protegida, para la alimentación del radio.
- ✓ Limpie mensualmente (o menos, si es necesario) con un paño o aspiradora, las aberturas de entrada de la ventilación de los bastidores.
- ✓ Revise semestralmente los protectores contra descargas atmosféricas y asegure su buen funcionamiento.

- ✓ Siga los procedimientos para limpieza de ventiladores de equipos de cómputo.

- ✓ **CONSOLA DE DESPACHO COMMANDSTAR LITE**

La consola CommanStar Lite de Motorola, como la mayoría de productos industriales de hoy, está diseñada para trabajo pesado y para la operación en entornos difíciles. Sin embargo, para condiciones normales de funcionamiento, se debe tener presente que esta consola es la interfaz hombre-máquina (HMI) con la que se cuenta para operar eficientemente el sistema y por lo tanto, hacer un uso adecuado del equipo.

Las siguientes consideraciones se deben tener en cuenta como realización del mantenimiento preventivo de la consola CommandStar Lite de Motorola.

- ✓ Limpie mensualmente (o más frecuentemente, si observa acumulación de polvo o suciedad) los paneles de servicio de la Consola, con un paño limpio y seco.
- ✓ No derrame líquidos sobre la Consola CommandStar Lite.
- ✓ Asegúrese de no halar en exceso los cables de la consola.
- ✓ Para la operación normal del equipo, presione los botones y gire las perillas con firmeza, pero sin ejercer una presión desmedida.

- SISTEMA DE TELEFONÍA

- ✓ **Copia de seguridad de datos de usuario (backup de KDS).**

El backup de KDS, es la copia de seguridad de la memoria de datos de usuario (KDS) en la tarjeta Multimedia del equipo (Multimedia Card – MMC). La ejecución de un backup de KDS (con duración aprox. 30 s) en la MMC, se indica a través del apagado breve y repetido del LED Run.

El HiPath Software Manager permite, entre otras cosas, realizar una copia de seguridad de la memoria de datos de usuario (Backup Manager) del sistema HiPath 3800. Las copias de seguridad de la KDS, se depositan en un directorio que debe especificarse previamente.

La copia de datos puede iniciarse de forma manual o efectuarse a una hora preseleccionada. También es posible realizar una copia de seguridad cíclica, que guarda los datos de usuario diariamente, a una hora programable.

Independientemente del volumen de cambios en la base de datos, la HiPath 3800 realiza siempre automáticamente un backup de KDS completo, a las 0:00 horas (hora del sistema).

✓ **Efectos de las modificaciones de hardware sobre los datos de cliente.**

Ejemplos de modificaciones de hardware:

- ✓ Extraer módulos o insertar módulos nuevos.
- ✓ Retirar terminales o conectar terminales nuevos.
- ✓ Extraer o conectar aparatos auxiliares o adaptadores.

Se recomienda que toda modificación de hardware se efectúe antes de hacer un volcado de KDS, mediante HiPath 3800 Manager E. Así, se garantiza que la MMC de HiPath 3800 incluya siempre la configuración actual del hardware.

Para mayor información, acerca de cómo sustraer/cambiar módulos, consultar el Manual de Servicio para HiPath 3800 V 6.0.

✓ **Reemplazar/transferir el software del sistema (APS).**

El HiPath Software Manager permite, entre otras cosas, actualizar el software del sistema (Upgrade Manager). Para la transferencia de APS, mediante HiPath Software Manager, debe seleccionarse el formato de archivo "*.fli".

La actualización del software tiene lugar en dos pasos: Primero, se carga la nueva versión de software en una memoria del sistema, la llamada "zona shadow". Segundo, debe hacerse disponible la nueva versión de software, es decir, conmutarse de la versión de software actual a la nueva versión de

software. El software actual se sustituye entonces por el software de la zona shadow. El proceso de conmutación puede iniciarse inmediatamente después de cargar el software, o realizarse a una hora preseleccionada.

Para mayor información, acerca de cómo reemplazar/transferir el software del sistema (APS), consulte el manual de Servicio para HiPath 3800 V 6.0.

✓ **Determinar informaciones del sistema y componentes de software (HiPath Inventory Manager).**

El HiPath Inventory Manager, es un servicio que permite comprobar qué componentes de software se han instalado, así como información relativa al sistema en una red HiPath 3000/5000. La información relativa al sistema se determina por primera vez durante el primer arranque de este servicio.

Haciendo clic en los botones que se relacionan a continuación, se visualiza la información respectiva, en forma de tabla:

- ✓ **Master Setup.** Se visualizan, entre otros datos, la versión y la fecha de instalación del Master Setup.
- ✓ **HiPath 3000.** Información de hardware y software sobre los sistemas HiPath 3000 de la red y sobre los módulos HG 1500 instalados.
- ✓ **Aplicaciones HiPath.** Información sobre diversos componentes de software, como: Componentes de MS Windows (MS Internet Explorer, DNS Server, DHCP Server), Media Streaming, TAPI, CCMC, CCMS, CMD, CSP, Administración, HiPath 3000 Manager E, Common Software
- ✓ **Sistema operativo.** Información sobre el actual sistema operativo.

Nota: Toda la información puede actualizarse siempre que se desee, haciendo clic en el botón "Update Data".

La primera determinación de las informaciones del sistema, se produce automáticamente, con el primer inicio del servicio HiPath Inventory Manager. Pueden llevarse a cabo actualizaciones cíclicas programadas a un ritmo diario o mayor.

La consulta manual de las informaciones del sistema es posible, y debería realizarse siempre, antes de proceder a una actualización/ampliación.

Para obtener mayores detalles sobre la determinación de las informaciones del sistema a través del Hi-Path Inventory Manager, consulte la Ayuda de esta herramienta, en el manual de Servicio de HiPath 3800 V 6.0.

✓ **Copia de seguridad de componentes del sistema (Backup Manager).**

El HiPath Software Manager permite realizar copias de seguridad del sistema HiPath 3800. Con este punto del menú, se guardan los datos del sistema HiPath 3800. Existe así, la posibilidad de proteger los datos visualizados del sistema.

✓ **Posibilidades de configuración**

Puede ajustarse individualmente, cuándo debe ejecutarse una copia de seguridad y dónde deben depositarse los datos a copiar.

✓ **Momento de la copia de datos**

La copia de datos puede iniciarse de forma manual inmediatamente o realizarse a una hora preseleccionada. Por defecto (ajuste estándar) se realiza cíclicamente un backup total, que guarda los datos diariamente a una hora definida, usualmente a la 0:00 horas (hora del sistema).

✓ **Ruta de copia**

Puede ajustarse la ruta del directorio en el que deben depositarse los archivos de copia de seguridad.

✓ **Copia a una unidad local**

Para este tipo de copia, no debe especificarse ninguna cuenta de usuario especial.

✓ **Copia a una unidad de red**

Para este tipo de copia debe especificarse una cuenta de usuario (nombre de usuario, contraseña) que disponga de autorización de escritura para la unidad de red.

Si el origen de la copia se encuentra en un PC independiente, esta cuenta de usuario debe poseer autorización de lectura para activar el uso compartido de la unidad. La ruta y el tipo de copia, se pre-ajustan dentro del programa de instalación, para el HiPath Software Manager.

✓ Restaurar datos (Restore)

El HiPath Software Manager permite restaurar bases de datos dañadas a partir de la copia de seguridad de las bases de datos.

La restauración de los otros componentes del sistema se realiza mediante HiPath 3800 Manager E

✓ SISTEMA SCADA

Introducción

Al corresponder con un software de manejo remoto de datos en el centro de control de operaciones (CCO), el mantenimiento del sistema de control, supervisión y adquisición de datos de Metro de Maracaibo, refiere principalmente el chequeo periódico de las rutinas de operación, confirmando de esta manera su funcionamiento.

✓ Alarmas del Sistema de Altavoces (PA).

Descripción

Cada estación contiene un amplificador de PA. Sólo la RTU del nodo 0 "Patios y Talleres", tiene un segundo amplificador PA. La alarma "PA Amp alarma", indica una de las siguientes condiciones de falla:

- Error de Bajo Voltaje de Línea
- Error de Amplificador
- Error de Temperatura

- Error de corte
- Error de carga

Solución de problemas

- Asegúrese de que el amplificador PA está encendido.
- Asegúrese de que el amplificador PA está conectado a 120 VAC.

✓ **Alarma de corto circuito en dispositivos SITRAS.**

Descripción

Es una Alarma de corto circuito en dispositivos SITRAS asociados a cada una de las estaciones de pasajeros.

Solución de Problemas

Consulte la documentación de Alarma de corto circuito en dispositivos SITRAS, para obtener una descripción detallada y los procedimientos de solución de problemas asociados con esta alarma.

✓ **Alarma de OTN (Optical Transport Network).**

Descripción

Asociado con cada rack de la red OTN, existen dos tipos de alarmas:

- Alarma Mayor de OTN. Indica que cualquiera de los nodos, no está recibiendo las señales de sincronización.
- Alarma Menor de OTN. Indica que uno de los nodos, no está recibiendo las señales de sincronización.

Solución para una Alarma mayor de OTN

Verifique las conexiones de los cables de fibra óptica en la tarjeta de red BORA150, donde la alarma se ha producido, y a lo largo de las conexiones en los nodos de fibra óptica OTN adyacentes.

✓ **Alarmas de Comunicación en cuarto de UPS**

Descripción

Las siguientes alarmas, indican que existe un problema con el sistema de alimentación ininterrumpida (UPS).

- AC Off Alarma - Pérdida de alimentación AC en la estación.
- Alarma de UPS - Existe una alarma común de UPS
- Alarma del Cargador de baterías - Cargador de baterías de UPS

Solución de Problemas

Consulte la documentación respectiva a la Operación de las UPS, para una descripción detallada y los procedimientos de solución de problemas asociados con este tipo de alarmas.

✓ **Alarma de Intruso en cuarto de Comunicaciones**

Descripción

Se indica con "Alarma de puerta abierta en cuarto de Telecomunicaciones".

Solución de problemas

- Asegurar que la puerta del cuarto de telecomunicaciones está cerrada.
- Garantizar con un multímetro, que los interruptores de la puerta del cuarto de telecomunicaciones están funcionando correctamente.

- ✓ **Alarmas de detección de incendios en cuarto de telecomunicaciones.**

Descripción

La Comunicación "Alarma de detector de incendios " indica que el humo y / o el fuego está presente en la sala de comunicaciones.

Consulte los procedimientos de emergencia del Metro de Maracaibo para la acción apropiada a tomar en el caso de esta alarma

- ✓ **Alarmas del Repetidor de radio**

Descripción

Las alarmas indican un problema con los repetidores de radio, ubicados en el cuarto técnico del centro de control de operaciones (CCO):

- Alarma Radio Repeater Canal 1
- Alarma Radio Repeater Canal 2
- Alarma Radio Repeater Canal 3

Solución de problemas

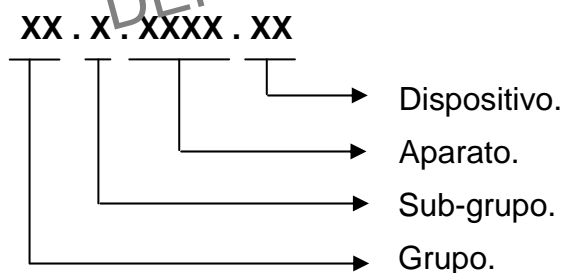
Para la solución de cada uno de los casos anteriores, se debe consultar la documentación del sistema de radio para una descripción detallada y seguir los procedimientos asociados con este tipo de alarmas.

4.2. IDENTIFICAR LOS SISTEMAS DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES PRESENTES LOS EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES.

Para implementar cualquier estrategia de mantenimiento en un proceso es necesario conocer las variables principales que lo conforman, como el número de equipos que en él operan, los niveles de producción, modos operativos, instalaciones, materias primas, productos finales, etc. La mayoría de metodologías o sistemas de mantenimiento exigen una base detallada de los

sistemas, instalaciones o equipos para comenzar a desarrollarse, por tanto conocer cuántos equipos se están evaluando en un sistema es necesario, y sin una lista detallada de estos, se hace imposible optimizar la gestión, planeación, ejecución y control del mantenimiento.

Como se describió en el Capítulo II se hace necesaria la identificación del sistema de codificación presente, la cual garantiza “un sistema lógico, acepte cambios, sea fácil de entender, reconocer, etc.” Se identificó un código que parte de la jerarquización de los elementos del sistema agrupándolos de acuerdo a su función, tipo y ubicación, el cual garantiza la descripción del mismo de una manera integral, este consta de 4 partes, que conforman 9 dígitos en combinación de partes numéricas y alfanuméricas, el mismo se organiza partiendo de lo general hasta llegar a lo particular, el cual se establece de la siguiente manera:



En consecuencia se definen:

- ✓ **Dispositivo:** es un elemento individual el cual normalmente puede ser sustituido. A los efectos de este trabajo será el último nivel considerado a pesar de que los mismos pudieran ser separados en partes más pequeñas. Se utilizarán dos dígitos alfanuméricos para su descripción.
- ✓ **Aparato:** es un conjunto discreto de elementos, más pequeño e individual en un Sub-grupo, para los efectos de este trabajo se consideran desde el punto de vista funcional.

- ✓ **Sub-grupo:** lo constituye un agregado de aparatos o equipos dentro de un grupo que son independientes y adyacentes los unos a los otros, en su mayoría los elementos de estos están interconectados mecánica o eléctricamente y el fallo de algunos de ellos afecta directamente las prestaciones del sub-grupo como un todo e inclusive al grupo correspondiente, se utilizará un dígito alfabético.

- ✓ **Grupo:** es definido como el que está constituido por equipos con características diferentes pertenecientes a un mismo servicio, se utilizará 2 dígitos numéricos para darle la flexibilidad y amplitud necesaria. Se identificó la serie del 00 al 06 para las diferentes ubicaciones de los equipos, quedando disponible los restantes 93 códigos para el desarrollo de otros grupos como los que conforman el sistema de alimentación por línea aérea (catenaria), o el conjunto de las subestaciones de tracción “SET” por ejemplo. El desarrollo del grupo es de la siguiente forma:

00: Equipos ubicados en patios y talleres

01: Equipos ubicados en estación de pasajeros 1 “Altos de la Vanega”

02: Equipos ubicados en estación de pasajeros 2 “El Varillal”

03: Equipos ubicados en estación de pasajeros 3 “Guayabal”

04: Equipos ubicados en estación de pasajeros 4 “Sabaneta”

05: Equipos ubicados en estación de pasajeros 5 “Urdaneta”

06: Equipos ubicados en estación de pasajeros 6 “Libertador”

4.3. ELABORAR EL INVENTARIO TÉCNICO DE LOS EQUIPOS DEL SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.

En el desarrollo del Inventario Técnico se ha diseñado una planilla para describir los dispositivos y equipos, en la misma se deben establecer datos que nos ayuden a identificar correctamente cada uno, para esta se proponen campos como:

-Nombre del dispositivo.

- Código SAP.
- Código interno.
- Críticidad.
- Descripción.
- Fabricante.
- Función.
- Marca.
- Modelo.
- Cantidad.
- Modelo.
- N° Orden de Compra.
- Costo.
- Plano.
- Fecha de instalación.
- Proveedor.
- Dirección del Proveedor.
- Teléfono del Proveedor.
- Condiciones de operación y características y sus respectivos valores y dimensiones.
- Revisor.
- Actualizador.
- Aprobador.

Y otros que se consideren importantes.

En la planilla N° ___ se observa la propuesta para el inventario técnico.

<u>ACTUALIZADO POR:</u> NOMBRE: FECHA: FIRMA:	<u>REVISADO POR:</u> NOMBRE: FECHA: FIRMA:	<u>APROBADO POR:</u> NOMBRE: FECHA: FIRMA:
REFERENCIAS:	MANUALES TÉCNICOS:	DIBUJOS:
# LISTA DE PIEZAS DE RECAMBIO ORIGINALES:	MANUALES DE OPERACIÓN:	INVENTARIO TÉCNICO DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS.

Planilla N° __. Inventario Técnico.

4.4. DESARROLLAR UNA BASE DE DATOS QUE MANTENGA EL REGISTRO HISTÓRICO DE LOS EQUIPOS DEL SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.

Para el Registro Histórico se diseñó una planilla donde se debe anotar las actividades de mantenimiento realizadas en los equipos de telecomunicaciones, la utilización de la misma estará sujeta al inicio de las actividades de mantenimiento y servirán para la obtención de algunos indicadores técnicos y de gestión.

El desarrollo de cada parte de esta es el siguiente:

- Para la identificación del dispositivo se utilizará el código, el serial y la descripción del mismo, se debe acotar que la parte del código que representa la ubicación no debe usarse debido a que en otra parte de la planilla se anotará la rotación de ubicación.
- En el control de la gestión se usa el número de orden de trabajo, la fecha y la hora de ejecución.
- El tipo de actividad (rutinario, preventivo, correctivo, predictivo u otro) realizada nos permitirá a través del sistema de gestión determinar los esfuerzos dedicados en cada tipo de mantenimiento.
- Las rutinas ejecutadas ayudará a balancear en el tiempo el cumplimiento de las tareas.
- Las horas-hombre utilizadas en la ejecución, el costo de los materiales e insumos utilizados y el control de componentes cambiados ayudara al control administrativo de la ejecución del mantenimiento y a controlar el cumplimiento de los tiempos estándar.
- Con la rotación de los dispositivos en las diferentes ubicaciones se podrá determinar problemas causados por estas.
- Es importante establecer un área dispuesta para las posibles observaciones de las actividades realizadas.

En la planilla N° ___ se observa la propuesta para el registro histórico.



Metro de Maracaibo

METRO DE MARACAIBO
REGISTRO HISTORICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

CODIGO DEL DISP:	SERIAL:
------------------	---------

DESCRIPCION:

#OT	FECHA	HORA	TIPO DE ACTIVIDAD	RUTINAS	COMPONENTE CAMBIADO	ROTACION UBICACION	COSTO DE MATERIALES	H.H./ PERSONAL	OBSERVACIONES
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

DERECHOS RESERVADOS

Subtotal Mensual:

#OT	FECHA	HORA	TIPO DE ACTIVIDAD	RUTINAS	COMPONENTE CAMBIADO	ROTACION UBICACION	COSTO DE MATERIALES	H.H./ PERSONAL	OBSERVACIONES
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									

Subtotal Mensual:

Total Anual:

HOJA __ DE __

4.5. PLANIFICAR LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE ACUERDO A LOS PLANES OPERATIVOS DE LA EMPRESA.

El metro brindara un servicio a los usuarios comprendido de 6:00am a 11:00pm, debido a esto las actividades de mantenimiento serán realizadas en un horario nocturno de 11:30pm a 5:30pm.

En el caso de que ocurra algún imprevisto en el horario laboral, las fallas tratar de ser solventadas en el momento realizando un mantenimiento correctivo.

La programación del mantenimiento esta prevista ser realizada en los horarios mencionados anteriormente, para así no interrumpir el funcionamiento normal del subsistema de telecomunicaciones.

La planificación de las actividades, procedimientos y rutinas de mantenimientos se realizan en el horario no comercial de la empresa.

Figura 2. Agenda de horarios de mantenimiento.

METRO DE MARACAIBO		AGENDA DE PROGRAMACIÓN DE LOS HORARIOS DISPONIBLES PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS						
HORARIO		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
AM	12:00-12:59	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	1:00-1:59							
	2:00-2:59							
	3:00-3:59							
	4:00-4:59							
	5:00-5:59	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
	6:00-6:59							
	7:00-7:59							
	8:00-8:59							
	9:00-9:59							
	10:00-10:59							
11:00-11:59								
PM	12:00-12:59	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	1:00-1:59							
	2:00-2:59							
	3:00-3:59							
	4:00-4:59							
	5:00-5:59							
	6:00-6:59							
	7:00-7:59							
	8:00-8:59							
	9:00-9:59							
	10:00-10:59							
11:00-11:59	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	

	HORARIO DE OPERACIÓN COMERCIAL DE LA EMPRESA 6AM-11PM
	HORARIO DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

La periodicidad de las actividades de mantenimiento se debe realizar de acuerdo a la siguiente tabla, asegurando de esta manera el óptimo funcionamiento de los equipos

Tabla 5. Periodicidad del mantenimiento.


Mantenimiento Rutinario de primer nivel		Periodicidad
Sistema de OTN	Limpieza y chequeo visual de los nodos ubicados en Estaciones de Pasajeros	Mensual
	Limpieza y chequeo visual de los equipos periféricos instalados en las subestaciones de energía y la vía férrea	Trimestral
	Revisión, chequeo y confirmación del estado general básico del sistema	Semanal
Sistema de Radio	La limpieza externa de los radios móviles y portátiles, tanto como los cargadores de baterías, es responsabilidad de los usuarios	Diaria
	Chequeo visual y limpieza de las estaciones base ubicadas en el CCO	Mensual
	Revisión de los niveles de potencia de las estaciones base instaladas en el CCO	Semestral
	Revisión básica del sistema: operación de grupos, asignación de frecuencias, facilidades y funcionalidad general	Semanal
	Revisión de contactos y sistemas de puesta a tierra de las antenas de transmisión, recepción y repetidor pasivo	Semestral
	Revisión, chequeo y confirmación del estado general básico del sistema	Semanal
	La limpieza de los teléfonos digitales y analógicos, así como equipos periféricos es responsabilidad de los usuarios	Diaria
Sistema de Telefonía	Limpieza de teléfonos operativos en cuartos de equipos, talleres y andenes	Mensual
	Limpieza y chequeo visual del equipo CPU de las operadoras Opticlient	Semanal
	Chequeo visual y limpieza de la planta telefónica ubicada en el CCO.	Mensual
	Revisión, chequeo y confirmación del estado general del sistema	Semanal
	Limpieza y chequeo visual de unidades remotas en Estaciones de Pasajeros y Subestaciones de Energía	Trimestral
Sistema de SCADA	Limpieza y chequeo visual de las unidades terminales (CPU) en sala de operadores	Semanal
	Limpieza y chequeo visual del concentrador de datos ubicado en el Centro de Control	Semanal
	Revisión, chequeo y confirmación del estado general básico del sistema	Semanal

4.6. DISEÑAR FORMATOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO PARA LA EFECTIVA EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.

A continuación se muestra los formatos de control y rutinas de mantenimiento se agruparan de acuerdo a lo equipos a los que van destinados.

4.6.1. ORDENES DE TRABAJO PARA TODOS LOS EQUIPOS DEL SUBSISTEMA

- ✓ Formato impreso para gestión de órdenes de trabajo de mantenimiento (MM-002)

		Fecha: _____ No: _____													
FORMATO IMPRESO PARA GESTIÓN DE ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO (MM-002)															
FECHA GENERACIÓN	<input type="text"/>	HORA	<input type="text"/>												
EQUIPO DE TRABAJO		<input type="text"/>													
TIPO DE TRABAJO	<table border="1"> <tr> <td>CORRECTIVO</td> <td>PREVENTIVO_SIN_PLAN</td> </tr> <tr> <td>PREVENTIVO_PLAN</td> <td>PROGRAMADO</td> </tr> </table>	CORRECTIVO	PREVENTIVO_SIN_PLAN	PREVENTIVO_PLAN	PROGRAMADO	TIPO_AVERÍA	<table border="1"> <tr> <td>FÍSICO</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ELECTRÓNICO</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>MECÁNICO</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ELÉCTRICO</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	FÍSICO	<input type="checkbox"/>	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>
CORRECTIVO	PREVENTIVO_SIN_PLAN														
PREVENTIVO_PLAN	PROGRAMADO														
FÍSICO	<input type="checkbox"/>														
ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>														
MECÁNICO	<input type="checkbox"/>														
ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>														
PRIORIDAD	<table border="1"> <tr> <td>NORMAL</td> <td>URGENCIA</td> </tr> <tr> <td>EMERGENCIA</td> <td>PROGRAMADO</td> </tr> </table>	NORMAL	URGENCIA	EMERGENCIA	PROGRAMADO										
NORMAL	URGENCIA														
EMERGENCIA	PROGRAMADO														
EQUIPO A INTERVENIR	<input type="text"/>														
SITIO DE OPERACIÓN	<input type="text"/>														
TRABAJO SOLICITADO															
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:															
CHECK LIST:	<input type="checkbox"/>														
INSTRUCTIVO_SEGURIDAD:	<input type="checkbox"/>														
TRABAJO SOLICITADO															
FECHA_INICIO:	<input type="text"/>	FECHA_FIN:	<input type="text"/>												
HORA:	<input type="text"/>	HORA:	<input type="text"/>												
CAUSA FALLO	<input type="text"/>														
<input type="text"/>															
ACCIÓN CORRECTIVA	<input type="text"/>														
<input type="text"/>															
_____ TÉCNICO EJECUTOR															



Metro de Maracaibo



✓ Instructivo de seguridad para gestión de ordenes de mantenimiento – Telecomunicaciones (MM-001)

		INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD PARA GESTIÓN DE ÓRDENES DE MANTENIMIENTO - TELECOMUNICACIONES (MM-001)		Fecha: _____ No: _____
DOCUMENTO				
DOCUMENTO _____				
SERVICIO EJECUTOR _____				
TIPO _____				
GRUPO TÉCNICO _____				
FECHA APROB: _____				
T. P. A.				
ORDEN	COD_OT	DESCRIPCIÓN	TIPO AVERÍA	
1		Cargadores y bancos de baterías. Transferencias. Utilizar: * Traje completo, *Guantes en vaqueta, *Guante dieléctrico 1 KV, *Equipo de protección para la lluvia, *Elemento para demarcación y señalización de áreas.		
2		Cajas de acople y transformadores de potencia. Tendidos en fibra óptica. Utilizar: *Gafas de seguridad lente grado 3, filtro UV, *Traje completo dotación (camisa, pantalón y botas dieléctricas), *Guantes en vaqueta, *Guante dieléctrico 1KV, *Cinturón de seguridad y correa tipo liniero, *Equipo de protección para la lluvia, *Elementos para demarcación y señalización de áreas.		
3		Trabajo en torres de comunicaciones y postes para instalación de antenas, es importante hacer uso de: *Casco de seguridad dieléctrico, *Gafas de seguridad lente grado 3, filtro UV, *Traje completo de dotación (camisa, pantalón y botas dieléctricas), *Guantes en vaqueta, *Equipo de protección para trabajos en alturas (arnés, línea de vida, accesorios), *Cinturon de seguridad y correa tipo liniero, *Equipo de protección para la lluvia, *Elementos para demarcación y señalización de áreas.		
4		Cuando es necesario taladrar en cemento o metal motero, se debe utilizar: *Gafas de seguridad lente grado 3, filtro UV, *Traje completo dotación (camisa, pantalón y botas), *Guantes en vaqueta.		
5		Para el mantenimiento de baterías es indispensable disponer de : *Monolente para manipulación de químicos, *Traje completo de dotación (camisa, pantalón y botas dieléctricas), *Guantes de Nitrilo, *Caretta de protección respiratoria de media cara, *Cartuchos para gases ácidos.		
6		Para el Mantenimiento de Equipos Electrónicos sensibles, corresponde el empleo de: *Manilla antiestática.		
7		Para el mantenimiento de equipos de amplificación de audio, se requiere el uso de: * Protector auditivo, * Escalera, * Equipos de protección para trabajos en alturas, * Respirador libre de mantenimiento (mascarilla), * Guantes en vaqueta, *Gafas de seguridad lente grado 3, filtro UV		
8		Para la Limpieza de Equipos, se requiere del uso de: * Respirador libre de mantenimiento (mascarilla). * Guantes en vaqueta		



Metro de Maracaibo



- Lista de chequeo de elementos de protección personal, equipos y vehículos de contratista (MM-003).

DESCRIPCIÓN		CANT	DCTOS		ESTADO			OBSERVACIONES
			V	NV	B	R	M	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL								
Casco de seguridad dieléctrico								
Gafas de seguridad con lente grado 3, filtro UV								
Monolente para manipulación de químicos								
Protector auditivo								
Traje completo dotación (camisa, pantalón y botas dieléctricas)								
Guantes en vaqueta								
Guante dieléctrico 1KV								
Guante de Nitrilo								
Caretta de protección respiratoria, de media cara								
Cartucho para gases ácidos								
Respirador libre de mantenimiento (mascarilla)								
Equipo para trabajos en alturas (arnés, líneas, aceros, etc)								
Cinturón de seguridad y correa tipo jinetero								
Equipo de protección para lluvia								
Elementos de demarcación y señalización de áreas								
DOCUMENTOS DE SEGURIDAD SOCIAL E IDENTIFICACIÓN.								
Carnet para trabajos de riesgo (p. ej. en alturas)								
Carnet de Seguro Médico								
Carnet laboral								
MEDIO DE COMUNICACIÓN								
Radio								
Celular								
INSTRUMENTOS								
Maleta de herramientas estándar								
OTDR								
Medidor								
Generador								
Fusionadora								
Analizador de Espectro								
Multímetro								
Analizador de Telecom								
Osciloscopio Digital								
Analizador de Radio								
PC o Laptop								
Corona de Prueba Telefónica								
Seguidor de Líneas								
Cargador								
Pinza Voltiamperimétrica								
Vatímetro								
Empalmadora								
Otro instrumento								
Otro equipo en campo								
VEHÍCULOS								
Automotor								
Pito								
Luces								
Direccionales								
Equipo de carretera								
Botiquín primeros auxilios								
Llanta de repuesto								
Extintor								

B	Bueno	Aplica para el estado de Elementos de Protección personal, Medios de comunicación, Instrumentos y Vehículos.
R	Regular	
M	Malo	Información que aplica para documentos de seguridad social e identificación.
V	Vigente	
NV	No Vigente	

Preparó: _____

Aceptó: _____

- Planilla general de trabajos a realizar en el subsistema.

Subsistema de Telecomunicaciones			
Datos Generales			
Responsable			
Sitio			
Fecha			
Actividad a Realizar	Mantenimiento Correctivo		Modificación de Servicios
	Mantenimiento Preventivo		Instalación de equipo o parte
	Mantenimiento Predictivo		Rehibición
	Mantenimiento Asistido		Reposición de equipo o parte
	Otro:		
Equipo a Intervenir			
Sistema OTN (Red de Fibra Óptica)		Sistema SCADA	
Sistema de Radio Trunking		Sistema Telefónico	
		Otro	
Equipo Periférico			
Descripción:			
Detalle del trabajo			

- Planilla específica para actividades a realizar en cada equipo, horas hombres requeridas, la cantidad de personal, periodicidad del mantenimiento, costo de los materiales y observaciones.

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA		TELECOMUNICACIONES			Fecha		
			SUBSISTEMA		SISTEMA DE FIBRA OPTICA - OTN			Hoja		
FAMILIA		Nodo OTN - Siemens N22		CODIGO GENERICO			TIPO DE SERVICIO			
DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN nodo de la red OTN, bastidor N22.								
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2	TOTAL HH/ANO	MATERIALES, HERRAMIENTAS Y MEDIOS MATERIALES		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
Nº	INSTRUCCION	DESCRIPCION	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL		DESCRIPCION	CANTIDAD			
CONJUNTO / UNIDAD										
1	Limpieza	Limpieza exterior del Nodo OTN(N22).	0,20	1	0,40	Aspiradora Paño	1 1			
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,20	1	0,40					
3	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación del buen aprisionamiento de todas las conexiones.	0,10	1	0,20					
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,20					
5	Funcionamiento del equipo.	Verificación de buen funcionamiento del equipo.	0,50	1	1,00					
6	Chequeo de alarmas	Verificación de los LED para todas las tarjetas instaladas	0,50		1,00					
7					0,00					
8					0,00					
9					0,00					
10					0,00					
TOTALES			1,60	1	3,20					

- Planilla específica para actividades a realizar en cada equipo, horas hombres requeridas, la cantidad de personal, periodicidad del mantenimiento, costo de los materiales y observaciones

✓ Radio Portátil HT1250 LS+

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		SISTEMA		TELECOMUNICACIONES		Fecha	
				SUBSISTEMA		SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO		Hoja	
				CÓDIGO GENÉRICO				1 de 1	
FAMILIA		Radio Portátil HT1250 LS+						TIPO DE SERVICIO	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN Radio Portátil, en el laboratorio de electrónica.							
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2		HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS		COSTO MATERIALES	
Nº		INSTRUCCIÓN		DESCRIPCIÓN		HORAS HOMBRE		CANTIDAD PERSONAL	
						TOTAL HH/AÑO		DESCRIPCIÓN	
								CANTIDAD	
CONJUNTO / UNIDAD									
1	Limpeza	Limpeza exterior del radio portátil		0,10	1	0,20	Paño	1	
2		Limpeza del conector de la batería		0,10	1	0,20			
3		Limpeza del terminal de la antena		0,10	1	0,20			
4						0,00			
5						0,00			
6						0,00			
7						0,00			
8						0,00			
9						0,00			
10						0,00			
TOTALES				0,30	1	0,60			

✓ Radio Móvil CDM115 LS

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA		TELECOMUNICACIONES			Fecha			
			SUBSISTEMA		SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO			Hoja			
FAMILIA		Radio Móvil CDM115 LS		CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN Radio Móvil, instalado en el vehículo.									
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2		HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES	
N°	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL	TOTAL HH/AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD				
CONJUNTO / UNIDAD											
1	Limpieza	Limpieza del radio móvil	0,10	1	0,20	Paño	1				
2		Limpieza del micrófono	0,10	1	0,20						
3		Limpieza del terminal de la antena	0,10	1	0,20						
4	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,20	1	0,40	Tester Cinta Destornillador	1 1				
5	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación de buen aprisionamiento de todas las conexiones.	0,10	1	0,20						
6	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,20	Cinta Limpiador	1 1				
7	Funcionamiento del equipo.	Verificación de buen funcionamiento del equipo.	0,10	1	0,20						
8					0,00						
9					0,00						
10					0,00						

✓ Radio Estación Base Quantar

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA	TELECOMUNICACIONES		Fecha			
			SUBSISTEMA	SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO		Hoja		1 de 1	
FAMILIA	Radio Estación Base Quantar	CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO					
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UNA Estación Base Quantar.							
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL	6	TOTAL HH/AÑO	HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD			
CONJUNTO / UNIDAD									
1	Limpieza	Limpieza interior del bastidor de Radio	0,30	1	1,80	Aspiradora Paño	1 1		
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,20	1	1,20	Tester Cinta Destornillador	1 1		
3	Entrada de ventilación	Limpieza de la entrada de ventilación	0,40	1	2,40	Aspiradora Paño	1 1		
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,30	1	1,80	Cinta Limpiador	1 1		
5	Funcionamiento del equipo.	Verificación de buen funcionamiento del equipo.	0,30	1	1,80				
6					0,00				
7					0,00				
8					0,00				
9					0,00				
10					0,00				
TOTALES			1,50	1	9,00				

✓ Consola CommandSTAR Lite

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA		TELECOMUNICACIONES		Fecha			
			SUBSISTEMA		SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO		Hoja			
FAMILIA		Consola CommandSTAR Lite		CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO		1 de 1		
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento de UNA consola de radio, instalada en CCO.								
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2	TOTAL HH/AÑO	HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD			
CONJUNTO / UNIDAD										
1	Limpieza	Limpieza exterior de la consola.	0,30	1	0,60	Aspiradora Paño	1 1			
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,10	1	0,20	Tester Cinta Destornillador	1 1			
3	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación de buen aprisionamiento de todas las conexiones.	0,10	1	0,20					
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,20	Cinta Limpiador	1 1			
5	Funcionamiento del equipo.	Verificación de buen funcionamiento del equipo.	0,50	1	1,00					
6					0,00					
7					0,00					
8					0,00					
9					0,00					
10					0,00					
TOTALES			1,10	1	2,20					

- Planilla específica para actividades a realizar en cada equipo, horas hombres requeridas, la cantidad de personal, periodicidad del mantenimiento, costo de los materiales y observaciones.

✓ Teléfono Siemens

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA		TELECOMUNICACIONES		Fecha			
			SUBSISTEMA		SISTEMA DE TELEFONIA		Hoja			
FAMILIA		Teléfono Siemens		CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO		1 de 1		
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN teléfono, analógico o digital.								
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2		MATERIALES, HERRAMIENTAS Y				
N°	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL	TOTAL HH/AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
CONJUNTO / UNIDAD										
1	Limpeza	Limpeza externa del teléfono y sus cables	0,20	1	0,40	Paño Limpiador	1			
2		Limpeza de conectores hacia la red telefónica	0,10	1	0,20					
3		Limpeza de conectores del auricular	0,10	1	0,20					
4	Funcionamiento	Llamadas de prueba	0,10	1	0,20					
5					0,00					
6					0,00					
7					0,00					
8					0,00					
9					0,00					
10					0,00					
TOTALES			0,50	1	1,00					

✓ Distribuidor telefónico - MDF

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		SISTEMA		TELECOMUNICACIONES		Fecha	
				SUBSISTEMA		SISTEMA DE TELEFONÍA		Hoja	
				CÓDIGO GENÉRICO				TIPO DE SERVICIO	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN distribuidor telefónico (ubicados en CCO - Talleres - Estaciones).							
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		1		MATERIALES, HERRAMIENTAS Y			
						COSTO MATERIALES		REFERENCIAS	
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL	TOTAL HH/AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD		OBSERVACIONES
CONJUNTO / UNIDAD									
1	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,20	1	0,00				
2	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación de buen aprisionamiento de todas las conexiones.	0,10	1	0,00	Ponchadora	1		
3	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,00	Limpiador	1		
4	Funcionamiento	Verificación de tonos y llamadas de prueba	0,10	1	0,10	Corona	1		
5					0,00				
6					0,00				
7					0,00				
8					0,00				
9					0,00				
10					0,00				
TOTALES			0,50	1	0,50				

✓ Operadora OptiClient

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA	TELECOMUNICACIONES		Fecha				
			SUBSISTEMA	SISTEMA DE TELEFONÍA		Hoja	1 de 1			
FAMILIA	Operadora OptiClient		CÓDIGO GENÉRICO			TIPO DE SERVICIO				
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO	Mantenimiento preventivo de UNA Consola de Operadora Opticlient (Instaladas en CCO y Talleres).									
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS			FRECUENCIA ANUAL	2	TOTAL HH/AÑO	HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD			
CONJUNTO / UNIDAD										
1	Limpieza	Limpieza exterior del equipo completo.	0,50	1	1,00	Aspiradora Paño	1 1			
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,10	1	0,20	Tester Cinta Destornillador	1 1 1			
3	Filtros de aire del equipo	Procedimiento limpieza de filtros de aire en equipos de cómputo.	0,50	1	1,00	Aspiradora Paño	1			
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,20	Cinta Limpiador	1 1			
5	Funcionamiento del equipo.	Verificación de buen funcionamiento del equipo.	2,00	1	4,00					
6					0,00					
7					0,00					
8					0,00					
9					0,00					
10					0,00					
TOTALES			3,20	1	6,40					

✓ Central HiPath 3800

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA		TELECOMUNICACIONES			Fecha		
			SUBSISTEMA		SISTEMA DE TELEFONÍA			Hoja		
FAMILIA		Central HiPath 3800		CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO				
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento de UNA Central Telefónica HiPath 3800, instalada en el CCO.								
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2		MATERIALES, HERRAMIENTAS Y		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL	TOTAL HH/AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD			
CONJUNTO / UNIDAD										
1	Limpieza	Limpieza exterior e interior del equipo.	0,40	1	0,80	Aspiradora Paño	1 1			
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,20	1	0,40	Tester	1			
3	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación de buen aprisionamiento de todas las conexiones.	0,20	1	0,40					
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,20	Cinta	1			
5	Copia de seguridad de los datos de usuario	Almacenar KDS actual en tarjeta MMC	1,00	1	2,00	Laptop	1			
6	Actualizar el software del sistema (APS)	Reemplazar o transferir APS con HiPath Manager	1,00	1	2,00	Laptop	1			
7					0,00					
8					0,00					
9					0,00					
10					0,00					
TOTALES			2,90	1	5,80					

- Planilla específica para actividades a realizar en cada equipo, horas hombres requeridas, la cantidad de personal, periodicidad del mantenimiento, costo de los materiales y observaciones.

SISTEMA DE CÓMPUTO

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		SISTEMA TELECOMUNICACIONES		Fecha		Hoja		1 de 1					
FAMILIA		SISTEMA DE COMPUTO		SISTEMA SCADA		TIPO DE SERVICIO									
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN equipo de cómputo (cliente o servidor) del sistema SCADA.													
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2		TOTAL HH/AÑO		MATERIALES, HERRAMIENTAS Y		COSTO MATERIALES		REFERENCIAS		OBSERVACIONES	
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL	TOTAL HH/AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES					
CONJUNTO / UNIDAD															
1	Limpeza de equipos clientes y servidores	Procedimiento para la limpeza de filtros de aire en equipos de cómputo.	0,50	1	1,00	Paño	1								
2		Limpeza de monitores, teclados, cables, mouse	0,50	1	1,00	Aspiradora	1								
3					0,00										
4					0,00										
5					0,00										
6					0,00										
7					0,00										
8					0,00										
9					0,00										
10					0,00										
TOTALES			1,00	1	2,00										

✓ Simatic S7-300

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		SISTEMA		TELECOMUNICACIONES		Fecha	
				SUBSISTEMA		SISTEMA SCADA		Hoja	
FAMILIA		Simatic S7-300		CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO		1 de 1	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN equipo Simatic S7-300							
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2		MATERIALES, HERRAMIENTAS Y		COSTO MATERIALES	
Nº		INSTRUCCIÓN		DESCRIPCIÓN		HORAS HOMBRE		CANTIDAD PERSONAL	
						TOTAL HH/AÑO		DESCRIPCIÓN	
								CANTIDAD	
CONJUNTO / UNIDAD									
1	Limpieza	Externa del equipo		0,10	1	0,20	Paño	1	
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables		0,20	1	0,40			
3	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación del buen aprisionamiento de todas las conexiones.		0,10	1	0,20			
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.		0,10	1	0,20	Tester Cinta	1 1	
5	Funcionamiento del equipo.	Verificación del buen funcionamiento del equipo.		0,10	1	0,20			
6						0,00			
7						0,00			
8						0,00			
9						0,00			
10						0,00			
TOTALES				0,60	1	1,20			

✓ Optical Line Module - OLM

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA		TELECOMUNICACIONES		Fecha			
			SUBSISTEMA		SISTEMA SCADA		Hoja			
				CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO		1 de 1		
FAMILIA		Optical Line Module - OLM		CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO				
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN Módulo de Línea Óptica - OLM								
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2		MATERIALES, HERRAMIENTAS Y		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL	TOTAL HH/AÑO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD			
CONJUNTO / UNIDAD										
1	Limpieza	Externa del equipo	0,10	1	0,20	Aspiradora Paño	1 1			
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,20	1	0,40	Tester Cinta	1 1			
3	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación del buen aprisionamiento de todas las conexiones.	0,10	1	0,20					
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,20	Cinta	1			
5	Funcionamiento del equipo.	Verificación del buen funcionamiento del equipo.	0,10	1	0,20					
6					0,00					
7					0,00					
8					0,00					
9					0,00					
10					0,00					
TOTALES			0,60	1	1,20					

✓ Módulo Profibus

METRO DE MARACAIBO GERENCIA DE MANTENIMIENTO		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SISTEMA		TELECOMUNICACIONES			Fecha		
			SUBSISTEMA		SISTEMA SCADA			Hoja	1 de 1	
FAMILIA		Módulo Profibus		CÓDIGO GENÉRICO		TIPO DE SERVICIO				
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO		Mantenimiento preventivo de UN Módulo profibus								
FRECUENCIA POR HORAS TRABAJADAS		FRECUENCIA ANUAL		2	TOTAL HH/AÑO	MATERIALES, HERRAMIENTAS Y		COSTO MATERIALES	REFERENCIAS	OBSERVACIONES
Nº	INSTRUCCIÓN	DESCRIPCIÓN	HORAS HOMBRE	CANTIDAD PERSONAL		DESCRIPCIÓN	CANTIDAD			
CONJUNTO / UNIDAD										
1	Limpieza	Externa del equipo	0,10	1	0,20	Aspiradora Paño	1 1			
2	Cables	Verificación del buen estado de instalación y seguridad de los cables	0,20	1	0,40	Tester Cinta	1 1			
3	Aprisionamiento de conexiones.	Verificación del buen aprisionamiento de todas las conexiones.	0,10	1	0,20					
4	Impermeabilidad.	Verificación de la impermeabilidad a la entrada de los cables.	0,10	1	0,20	Cinta	1			
5	Funcionamiento del equipo.	Verificación del buen funcionamiento del equipo.	0,10	1	0,20					
6					0,00					
7					0,00					
8					0,00					
9					0,00					
10					0,00					
TOTALES			0,60	1	1,20					

DERECHOS RESERVADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del subsistema telecomunicaciones de la Primera Etapa de la Línea 1 del Metro de Maracaibo que garantiza: una alta confiabilidad y disponibilidad de los equipos, así como también la prolongación de la vida útil de los mismos, y la minimización de: los costos de mantenimiento, el reemplazo de partes y las paradas imprevistas. Por eso este plan goza de factibilidad económica y técnica.

Durante la creación de este plan se cumplieron los siguientes aspectos:

- Se permitió conocer el funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones y ver la manera en como lo operan y el beneficio que le proporciona a la empresa Metro de Maracaibo.
- La tipología de mantenimiento seleccionada fue el mantenimiento preventivo debido a que este cubre todas las necesidades del Metro de Maracaibo y es aplicable en la situación que se encuentra la empresa actualmente.
- Según las restricciones del plan operativo de la empresa las actividades de mantenimiento serán efectuadas durante el horario nocturno de 11:30pm a 5:30am permitiendo el funcionamiento continuo del horario de operación comercial.
- Se diseñó un formato de control y seguimiento el cual se vació toda la información recabada para de esta forma controlar las actividades de mantenimiento en los equipos.
- Se ha logrado identificar un sistema de codificación de equipos e instalaciones presentes, en el cual el código cumple las necesidades para la gestión del mantenimiento y es extensivo al resto de los sistemas que forman

parte del Metro de Maracaibo, garantizando la flexibilidad y posibilidad de ampliación necesaria.

- Se diseño una planilla para el inventario técnico de los equipos del subsistema, en la que se registrará la información necesaria para el conocimiento de cada objeto sujeto a acciones de mantenimiento y que facilita el registro e inventario de equipos y sistemas; facilitando la gestión de materiales, inventarios, reservas, pronósticos de utilización, entre otros.
- Se desarrollo una propuesta de base de datos para el registro histórico de los equipos del Subsistema, en la que se registrará cada objeto de mantenimiento: los equipos que rotan, costo de materiales, horas hombre y las acciones de mantenimiento que se ejecuten sobre este. Todo esto facilitará el desarrollo de estadísticas del número de fallas, tiempos de atención, diagnósticos, caracterizaciones de fallas, etc.

Estos instrumentos desarrollados son los que permitirán la evolución de la política y la metodología utilizada en la gestión del mantenimiento, traducido en mejores prácticas de mantenimiento como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y otros más avanzados en el futuro por parte de la organización.

RECOMENDACIONES

- Se debe completar la recolección de la información necesaria para el llenado de las planillas de inventario técnico y así mejorar las labores de registro e inventario de equipos y sistemas, la gestión de materiales, de inventarios y reservas así como también los pronósticos de utilización de repuestos y consumibles.
- En caso de utilizar el plan propuesto se recomienda que al iniciar las actividades de mantenimiento de forma inmediata se ejecute el llenado de los registros históricos de los objetos de mantenimiento, esto se traducirá en la posibilidad de poder implementar políticas de mantenimiento más efectivas como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en el futuro cercano.
- Dictar cursos al personal sobre mantenimiento de los equipos y entrenarlos para que operen los equipos de manera adecuada.
- Se recomienda ampliar el código para el resto de los subsistemas. Estos se pudieran organizar de la siguiente manera:

División: se puede establecer para los efectos de la planificación del mantenimiento como la parte funcional de la empresa que se puede definir como un centro de costos o al cual se acuerda atribuirle costos. Como ejemplo, se puede designar a la División de Suministro de Energía como el centro de costo al que pertenecen las subestaciones, y de esta manera a otras divisiones.

Organización: constituye un grupo de divisiones que forman parte de la empresa Metro de Maracaibo, para efectos de ejemplo de este trabajo se pudiera considerar el Sistema Integral como iniciador de esta parte del código.



- Las actividades de mantenimiento se deben realizar bajo un estricto margen de seguridad integral debido a que se debe tomar en cuenta la conservación de la integridad física y mental del personal.

DERECHOS RESERVADOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ **Manual de Siemens, Documento H2.** (2004) Especificaciones generales de los equipos de telecomunicaciones.

- ✓ **Fernández, Hernández y Bastidas.** (1999) Metodología de la investigación. Editorial MC GRAW HILL.

- ✓ **Coronel y López.** (2003) Elaboración de Planes y Programas de mantenimiento preventivo de los vehículos no comerciales del sistema de transporte masivo de la ciudad de Maracaibo, STMM Metro de Maracaibo.

- ✓ **Fiorovanti y Ortega.** (2006) Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas de la planta NATIONAL PLASTIC (NAPLA) C.A.

- ✓ **Borges y Rondón.** (2007) Plan de mantenimiento preventivo para las subestaciones eléctricas de tracción de la primera etapa de la línea 1 del metro de Maracaibo.

- ✓ **Urdaneta.** (2006) Diseño de un plan de mantenimiento para el material rodante de la empresa Metro de Maracaibo.

- ✓ **Nava, José D.** (2006) Teoría de mantenimiento, Definiciones y organización.



- ✓ **Knezevic Jezdimir.** (1996) Ingenieria de Mantenimiento.

DERECHOS RESERVADOS