

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
PREDICTIVO, ENFOCADA A LOS EQUIPOS Y COMPONENTES DEL SECTOR
DE TELECOMUNICACIONES**

**JUAN CARLOS ARGUELLO NIÑO
JAVIER CAMARGO RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

**DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
PREDICTIVO, ENFOCADA A LOS EQUIPOS Y COMPONENTES DEL SECTOR
DE TELECOMUNICACIONES**

**JUAN CARLOS ARGUELLO NIÑO
JAVIER CAMARGO RODRIGUEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director
FABIO A. AFANADOR
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. OBJETIVOS	15
1.2.1. Objetivo General	15
1.2.3. Objetivos Específicos	15
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
2. MARCO TEORICO	17
2.1. REDES Y TELECOMUNICACIONES	17
2.1.1. Componentes	17
2.1.2. Señales electrónicas	18
2.1.3. Procesadores de comunicación	19
2.1.4. Medios de Comunicación	20
2.1.4.1. Medios de Cable.	20
2.1.4.2. Medios Inalámbricos	21
2.1.5. Características de los medios de comunicación	22
2.1.5.1. Velocidad de Transmisión	22
2.1.5.2. Dirección de Transmisión	22
2.1.5.3. Modo de Transmisión	22
2.1.6. Redes	23

2.1.6.1. Topología de Red	23
2.1.6.2. Tamaño De La Red	24
2.2. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES XYZ	25
2.2.1. Configuración de un nodo de telecomunicaciones	25
2.3. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	29
2.3.1. Mantenimiento Correctivo	30
2.3.2. Mantenimiento Preventivo	32
2.3.3. Mantenimiento Predictivo	36
2.3.3.1. Termografía	38
2.3.3.2. Vibraciones	39
2.3.3.3. Análisis de bancos de baterías	41
2.3.3.4. Análisis de aceite dieléctrico en transformadores	48
2.4. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	56
2.4.1. El Método	60
2.5. CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD	63
3. MARCO LEGAL	68
3.1. LEGISLACIÓN NACIONAL	68
3.2. NORMAS Y TÉCNICAS INTERNACIONALES	70
4. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO (RCM)	74
4.1. DEFINICIÓN DE FRONTERAS	74
4.2. ÁRBOL DE EQUIPOS	75
4.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	77
4.4. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)	81

4.5. TAREAS DE MANTENIMIENTO	84
5. IMPLEMENTACION	88
5.1. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS	88
5.1.1. Determinar la necesidad de la investigación	89
5.1.2. Establecer los objetivos de la investigación	90
5.1.3. Identificar la información que se va a recolectar	90
5.1.4. Determinar las fuentes de información	90
5.1.5. Seleccionar y desarrollar las técnicas de recolección de información	91
5.1.6. Recolectar la información	91
5.1.7. Analizar la información	91
5.1.8. Tomar decisiones o diseñar estrategias	92
5.2. CONCEPTO Y ESTRATEGIAS DE MARKETING	92
5.2.1. Estrategias para el producto	93
5.2.2. Estrategias para el precio	94
5.2.3. Estrategias para la plaza o distribución	94
5.2.4. Estrategias para la promoción o comunicación	95
5.3. CONCEPTO Y FUNCIONES DEL MARKETING	96
5.3.1. Búsqueda de oportunidades de negocios	97
5.3.2. Análisis de los consumidores	98
5.3.3. Análisis de la competencia	99
5.3.4. Diseño de las estrategias de marketing	100
5.3.5. Implementación, control y evaluación de las estrategias	101
5.4. BASE DE DATOS SECTOR DE TELECOMUNICACIONES	101

6. CONCLUSIONES	104
BIBLIOGRAFIA	105
ANEXOS	107

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Red y equipo terminal	25
Figura 2. Red conmutada	26
Figura 3. Anillo, bus, red con radio	27
Figura 4. Operación de una red	28
Figura 5. Una red nacional.....	29
Figura 6. Distribución ideal de los recursos humanos.....	32
Figura 7. Frecuencia de fallas Vs Tiempo.....	36
Figura 8. Rendimiento funcional Vs Tiempo	36
Figura 9. Cámaras Termo gráficas	39
Figura 10. Medición de vibraciones	40
Figura 11. Típica trama de Nyquest para una batería plomo acido	43
Figura 12. Zonas de envejecimiento de la batería plomo acido	47
Figura 13. Tramas de Nyquist para una batería plomo acido antes (negra) y después (azul) de una aceleración de envejecimiento a 450 ciclos.....	48
Figura 14. Rigidez dieléctrica Vs temperatura	50
Figura 15. Transformador inmerso en aceite dieléctrico	50
Figura 16. Rigidez dieléctrica Vs PPM de agua en el aceite.....	52
Figura 17. Representación gráfica de las diferentes formas de evolución de las fallas en los equipos	59
Figura 18. Diagrama de flujo del RCM.....	60
Figura 19. Tiempos de mantenimiento.....	65
Figura 20. Diagrama definición de fronteras	74
Figura 21. Investigación de mercados	89
Figura 22. Estrategias de marketing	92
Figura 23. Conceptos y funciones de marketing	97

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Mantenimiento preventivo basado en condiciones y confiabilidad	33
Tabla 2. Las siete preguntas del RCM y su finalidad	61
Tabla 3. Acciones sugeridas basadas en incrementos de temperatura.....	70
Tabla 4. Distancias mínimas de seguridad para inspecciones Termográficas.....	72
Tabla 5. Árbol de equipos Nodo XYZ.....	75
Tabla 6. Matriz de criticidad por riesgo ponderado	78
Tabla 7. Matriz de criticidad de sistemas de telecomunicaciones.....	78
Tabla 8. Análisis y modos de falla sistemas de telecomunicaciones	81
Tabla 9. Tareas de mantenimiento sistemas de telecomunicaciones	84
Tabla 10. Base de datos sector telecomunicaciones	101

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Procedimiento mantenimiento aire acondicionado.....	107
ANEXO B. Procedimiento mantenimiento tableros eléctricos.....	107
ANEXO C. Procedimiento mantenimiento antenas.....	107
ANEXO D. Procedimiento mantenimiento cargador de baterías.....	107
ANEXO E. Procedimiento mantenimiento generador eléctrico	107
ANEXO F. Procedimiento mantenimiento sistema Iluminación	107
ANEXO G. Procedimiento mantenimiento sistemas de puestas a tierra.....	107
ANEXO H. Procedimiento mantenimiento transferencia eléctrica.....	107
ANEXO I. Procedimiento mantenimiento transformador de potencia	107
ANEXO J. Procedimiento mantenimiento UPS	107

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO, ENFOCADA A LOS EQUIPOS Y COMPONENTES DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES *

AUTOR: Juan Carlos Arguello Niño
Javier Camargo Rodríguez**

PALABRAS CLAVE:

Diseño, estrategia, telecomunicaciones, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, RCM, CBM.

DESCRIPCIÓN:

Este documento describe el diseño de una estrategia de mantenimiento, bajo la metodología del RCM, para el sector de telecomunicaciones, dado que en esta industria se implementan principalmente rutinas de mantenimiento basadas en el tiempo o en las recomendaciones de los fabricantes de los equipos. Para el desarrollo de la estrategia, se siguieron los siguientes pasos: Definición de funciones, análisis de fallas funcionales, análisis de modos de falla, análisis de efectos, análisis de criticidad (RIESGO), selección de tareas de mantenimiento, determinación de la frecuencia y por último se definió un plan preliminar.

Con esta estrategia se busca también reducir los costos de mantenimiento asociados, implementando tanto técnicas de mantenimiento preventivo como técnicas de CBM (Mantenimiento Basado en Condición), lo cual evitará el reemplazo de equipos y componentes por su vida útil, y se harán por condición, utilizando las herramientas mencionas anteriormente.

A su vez se busca aumentar la disponibilidad de los equipos de telecomunicaciones para mejorar la calidad de prestación de estos servicios y ahorrar en multas por caídas inesperadas de los sistemas.

Adicional se plantea una implementación a través de un estudio de mercado en el cual se identifica y establecen las necesidades, los objetivos, las fuentes, las técnicas de recolección, y posteriormente se analizan para tomar las decisiones necesarias para la implementación.

* Monografía.

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Ing. Fabio A. Afanador.

ABSTRACT

TITLE: **IMPACT ON ASSET MANAGEMENT INTEGRATED SYSTEMS (HSEQ) AND MAINTENANCE SYSTEM ***

AUTHOR: Juan Carlos Arguello Niño
 Javier Camargo Rodríguez **

KEY WORDS:

Design, strategy, telecommunications, preventive maintenance, predictive maintenance, RCM, CBM.

DESCRIPTION:

This document describes the design of a strategy of maintenance, under the methodology of the RCM, for the sector of telecommunications, provided that in this industry there are implemented principally routines of maintenance based on the time or on the recommendations of the manufacturers of the equipment. For the development of the strategy, the following steps followed: Definition of functions, analysis of functional faults, analysis of manners of fault, analysis of effects, analysis of criticality (RISK), selection of tasks of maintenance, determination of the frequency and finally a preliminary plan was defined.

With this strategy one seeks to reduce also the associate costs of maintenance, implementing both technologies of preventive maintenance and CBM's technologies (Maintenance Based on Condition), which will avoid the replacement of equipment and components for his useful life, and they will be done by condition, using the tools you mention previously.

In turn one seeks to increase the availability of the equipment of telecommunications to improve the quality of presentation of these services and to save in fines for unexpected falls of the systems.

Additional an implementation appears across a market research in which he identifies and they establish the needs, the aims, the sources, the technologies of compilation, and later of they analyze to take the decisions necessary for the implementation.

* Monograph.

** Faculty of Physical Engineering -Mechanics. School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Ing. Fabio A. Afanador.

INTRODUCCION

La política del sector de telecomunicaciones ha estado encaminada a aumentar el cubrimiento de los servicios de telecomunicaciones a los colombianos, a generar un clima de inversión adecuado para los empresarios, a ampliar y modernizar la infraestructura y diversificar la oferta de servicios.

En los últimos años el sector de telecomunicaciones registró importantes avances en materia de cubrimiento del servicio tanto para la telefonía fija, como la móvil celular, así como en número de usuarios de Internet.

Debido a lo mencionado anteriormente, es importante que este sector garantice la prestación de dichos servicios a través de una disponibilidad de su infraestructura.

El objetivo de la presente monografía es diseñar una estrategia de mantenimiento enfocada a los equipos del sector telecomunicaciones, que aumente la disponibilidad de los mismos y reduzca los costos del mantenimiento, ya que actualmente en este sector se utilizan principalmente rutinas de mantenimiento basadas en el tiempo (vida útil) o de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de los equipos. Para tal fin se utilizará la metodología del RCM (mantenimiento centrado en confiabilidad), con la cual se implementaran rutinas tanto de mantenimiento preventivo, como de mantenimiento predictivo o por condición (CBM), basadas en un análisis de fallas funcionales, de modos de falla, de efectos y criticidad. Al final se espera realizar la selección de tareas de mantenimiento, determinación su frecuencia y definir un plan preliminar a implementar.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las estrategias de mantenimiento se han enfocado principalmente en las áreas industriales y energéticas. En las industrias de telecomunicaciones no se cuenta con una adecuada estrategia de mantenimiento para los diferentes equipos y elementos involucrados. En este sector se utilizan principalmente rutinas de mantenimiento preventivo, de acuerdo principalmente a las recomendaciones de los fabricantes de los equipos. No se han implementado totalmente las técnicas de CBM (mantenimiento basado en condición), por lo que se realiza reemplazo de elementos y equipos por su vida útil, mas no por su verdadera condición, lo que hace elevar los costos de mantenimiento y operación. Adicionalmente algunos elementos involucrados no cuentan con rutinas de mantenimiento, por lo que se corre su estrategia a la falla.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Diseñar una estrategia de mantenimiento preventivo y predictivo, enfocada a los equipos y componentes del sector de telecomunicaciones, para aumentar la disponibilidad de los equipos y mejorar la prestación de estos servicios

1.2.3. Objetivos Específicos

- Identificar todos los equipos y componentes involucrados en el área de telecomunicaciones.
- Determinar los modos y efectos de fallas (AMEF) de los equipos críticos.
- Realizar un análisis de criticidad de los equipos y componentes.

- Determinar las actividades de mantenimiento preventivo a realizar.
- Seleccionar las técnicas de monitoreo por condición (CBM) a implementar.
- Realizar el documento final con la estrategia de mantenimiento a implementar.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Reducir los costos de mantenimiento asociados a los equipos y componentes del sector de telecomunicaciones, implementando tanto técnicas de mantenimiento preventivo como técnicas de CBM (Mantenimiento Basado en Condición).

Evitar el reemplazo de equipos y componentes por su vida útil, e implementar su reemplazo por condición, utilizando las herramientas mencionadas anteriormente.

Aumentar la disponibilidad de los equipos de telecomunicaciones para mejorar la calidad de prestación de estos servicios y ahorrar en multas por caídas inesperadas de los sistemas.

2. MARCO TEORICO

2.1. REDES Y TELECOMUNICACIONES

El termino telecomunicaciones se refiere generalmente a todo tipo de comunicación a larga distancia a través de ondas portadoras comunes como el televisor, la radio y el teléfono. Entre las comunicaciones tenemos un subconjunto que son las comunicaciones de datos, estas constituyen la colección, intercambio y procesamiento electrónicos de datos o información que incluye texto, imágenes, voz entre otras.

El entorno del cómputo actual está disperso tanto geográfica como organizacionalmente ubicando las comunicaciones de datos en una función organizacional estratégica. Los negocios buscan comunicaciones electrónicas esenciales para minimizar limitaciones de tiempo y distancia. Las telecomunicaciones desempeñan una función importante cuando los clientes, proveedores, vendedores y compradores realizan negocios constantemente en cualquier parte del mundo constantemente.

Un sistema de telecomunicaciones es una colección de hardware y software compatible dispuesto para comunicar información de un lugar a otro. Estos sistemas pueden transmitir textos, gráficos, voz, documentos o información de video en movimiento completo.

2.1.1. Componentes

- Hardware: tenemos como ejemplo la computadora, multiplexores, controladores y módems.
- Medios de comunicación: es el medio físico a través del cual se transfieren las señales electrónicas ejemplo: cable telefónico.

- Redes de comunicación: son las conexiones entre computadores y dispositivos de comunicación.
- El dispositivo del proceso de comunicación: es el dispositivo que muestra como ocurre la comunicación.
- Software de comunicación: es el software que controla el proceso de la comunicación.
- Proveedores de la comunicación: son empresas de servicio público reguladas o empresas privadas.
- Protocolos de comunicación: son las reglas para la transferencia de la información.
- Aplicaciones de comunicación: estas aplicaciones incluyen el intercambio de datos electrónicos como la tele conferencia o el fax.

2.1.2. Señales electrónicas

Los medios de telecomunicación pueden conducir dos tipos básicos de señales: Analógicas y Digitales.

- **Señales analógicas:** Son ondas continuas que conducen la información alterando las características de las ondas. Estas cuentan con dos parámetros: Amplitud y Frecuencia. Por ejemplo; la voz y todos los sonidos viajan por el oído humano en forma de ondas, cuanto más altas (amplitud) sean las ondas más intenso será el sonido y cuanto más cercanas estén unas de otras mayor será la frecuencia o tono.

Ejemplo de ondas analógicas: el radio, el teléfono, equipos de grabación.

- **Señales digitales:** Este tipo de señales constituye pulsos discretos, que indican activado-desactivado, que conducen la información en términos de 1 y 0, de igual modo que la CPU de una computadora. Este tipo de señal

tiene varias ventajas sobre las analógicas ya que tienden a verse menos afectadas por la interferencia o ruido.

2.1.3. Procesadores de comunicación

- **Modem:** Es un dispositivo que realiza los procesos de modulación (conversión de ondas digitales a analógicas) y demodulación (conversión de ondas analógicas a digitales).

Los módems se utilizan siempre en pares, un extremo emisor que convierte la información digital de una computadora en señales analógicas y un extremo receptor que convierte la señal analógica de nuevo en señales digitales. La velocidad de los módems se mide en bits por segundo.

- **Multiplexor:** Es un dispositivo electrónico que permite que un solo canal de comunicación conduzca simultáneamente transmisiones de datos provenientes de muchas fuentes, el objetivo de un multiplexor es aminorar los costos de comunicación permitiendo el uso eficiente de circuitos compartidos. Ejemplo la impresora.
- **Procesadores de interfaz:** Computadora secundaria especializada en manejar todas las comunicaciones rutinarias con dispositivos periféricos, esto se hace con el fin de no desperdiciar el valioso tiempo del procesador central en tareas rutinarias y así se dedique más a tareas importantes.

Las funciones de este procesador de interfaz incluye: codificar y decodificar datos, la detección de errores, la recuperación, registro e interpretación de la información. Además tiene la responsabilidad de controlar el acceso a la red, asignar y dar prioridades a los mensajes, entre otras.

- **Concentrador:** Es una computadora de telecomunicaciones que conecta y almacena temporalmente mensajes de terminales hasta que un número suficiente de ellos esté listo para ser enviados económicamente

2.1.4. Medios de Comunicación

Los medios de comunicación son los trayectos para comunicar un dato de un lugar a otro. Entre los medios de comunicación más importantes tenemos:

2.1.4.1. Medios de Cable.

- Alambre de par trenzado: Se usa en casi todo el alambrado de telefonía comercial, es relativamente económico, fácil de trabajar y ampliamente disponible. Se compone de hilos de alambre d cobre trenzados en pares.

Desventajas: emite interferencia electromagnética, es relativamente lento para la transmisión de datos, puede derivarse fácilmente permitiendo que otros receptores obtengan la información sin autorización.

- Cable coaxial: Se compone de un alambre de cobre aislado. Se emplea comúnmente para conducir el tráfico de datos d alta velocidad, como señales de televisión, es un poco costoso, resulta más difícil de trabajar y es relativamente inflexible.
- Fibras ópticas: Transmiten la información a través de fibras de vidrio transparente en forma de ondas luminosas en lugar de corriente eléctrica. Está compuesto por miles de delgados filamentos de fibra de vidrio.

Los cables de fibra óptica proporcionan un incremento en la velocidad y capacidad de conducción de datos y es más seguro con respecto a las interferencias y desviaciones.

Una sola fibra de vidrio similar a un cabello puede conducir hasta 30.000 llamadas telefónicas simultáneamente

2.1.4.2. Medios Inalámbricos

- Microondas: La comunicación se transmite a través de ondas de alta frecuencia.
- Sistemas de posicionamiento global: Es un inalámbrico que utiliza los satélites para permitir a los usuarios determinar su posición en cualquier lugar sobre la tierra. Se ha empleado ampliamente para la navegación de líneas aéreas y los barcos comerciales, además para localizar rutas.
- Radio: No necesita alambres metálicos, sus ondas tienden a propagarse con facilidad, los aparatos son bastante económicos y fáciles de instalar.

Desventajas: pueden crear problemas de interferencia eléctrica, son susceptibles de que cualquiera que cuente con un equipo similar y la misma frecuencia se entrometa en la comunicación.

- Infrarrojo: Es una luz roja no visible comúnmente por el ojo humano. La aplicación más común del infrarrojo son las unidades de control remoto de los televisores o las videograbadoras de casete.

Ventaja: no necesita de alambres metálicos, el equipo es altamente móvil y no hay problemas de interferencia eléctrica.

Desventaja: es muy susceptible a la niebla, el humo, el polvo y la lluvia.

Otros Medios Inalámbricos

- Tecnología de radio celular.
- Computo móvil.
- Servicios de comunicación personal.
- Agentes digitales personales.

2.1.5. Características de los medios de comunicación

2.1.5.1. Velocidad de Transmisión

- Ancho de banda: se refiere al intervalo de frecuencia disponible en cualquier canal de comunicación. La capacidad del canal se divide en tres anchos de banda:
- Banda estrecha: es para transmisiones lentas y de baja capacidad. Ej. Transmisiones por líneas telegráficas.
- Banda de voz: transmisiones que se hacen por líneas telegráficas.
- Banda ancha: se utiliza para transmisiones de capacidad más elevada. Ej. Microondas y líneas de cable y fibra óptica.

2.1.5.2. Dirección de Transmisión. La transmisión de datos ocurre en una de tres direcciones:

- Simplex: utiliza un circuito únicamente en sola dirección. Ej. El timbre de una puerta, transmisión de televisión y radio.
- Dúplex media: usa también un solo circuito pero se emplea en ambas direcciones una a la vez. Ej. Boqui toqui, intercomunicador.
- Dúplex completa: utiliza dos circuitos para las comunicaciones, uno para cada dirección simultáneamente. Ej. El teléfono común.

2.1.5.3. Modo de Transmisión. La transmisión de datos puede ser: ASÍNCRONA o SÍNCRONA.

- Transmisión asíncrona: solo se transmite o recibe un carácter a la vez. Este carácter va seguido por un BIT de inicio y un BIT de paro que permite que el dispositivo receptor sepa dónde empieza y termina un carácter.

- Transmisión síncrona: se envía un grupo de caracteres por una conexión de comunicaciones en una corriente continua de bits mientras la transferencia de datos se controla por medio de una señal de tiempo iniciada por el dispositivo emisor.

2.1.6. Redes

Computadoras comunicadas entre sí por un medio de transmisión homogéneo, su objetivo fundamental es manejar la información de un computador que esté conectado a otro.

2.1.6.1. Topología de Red. Corresponde a la distribución y conectividad física de la red y no debe confundirse con el cableado físico de la misma. Existen tres topologías de red:

- Topología de bus: Los nodos se localizan a lo largo de un tramo de alambre de par trenzado, cable coaxial o fibra óptica.

Ventaja: es fácil añadir o eliminar un nodo sin provocar alguna falla.

Desventaja: un bus defectuoso causa la falla de la red completa o un bus con un ancho de banda inadecuado degrada el desempeño de la red.

- Topología de anillo: Los nodos se localizan a lo largo de la trayectoria de la transmisión de modo que la señal atraviesa una estación a la vez antes de regresar a su nodo de origen.

Ventaja: es fácil agregar o eliminar un nodo a la red y no significa que falle la red.

Desventaja: si una computadora falla, se ocasiona un daño en toda la red.

- Topología de estrella: Tiene un nodo central que conecta a cada uno de los demás nodos mediante una conexión simple, punto a punto.

Cualquier comunicación entre un nodo y otro, debe pasar a través del nodo central, resulta sencillo agregar un nodo a la red y la pérdida de un periférico no provoca que falle toda la red. Sin embargo la computadora central debe ser lo suficientemente poderosa para manejar las comunicaciones, ya que demasiados dispositivos en la red pueden sobrecargarlos y ocasionar la degradación del desempeño a lo largo de la red. Se utiliza por lo general cuando se manejan datos de bajo costo y baja velocidad.

2.1.6.2. Tamaño De La Red. Debido a que la gente necesita comunicarse tanto a larga como a corta distancia, se vuelve importante el tamaño geográfico de las redes de comunicación de datos. Existen dos tamaños de red:

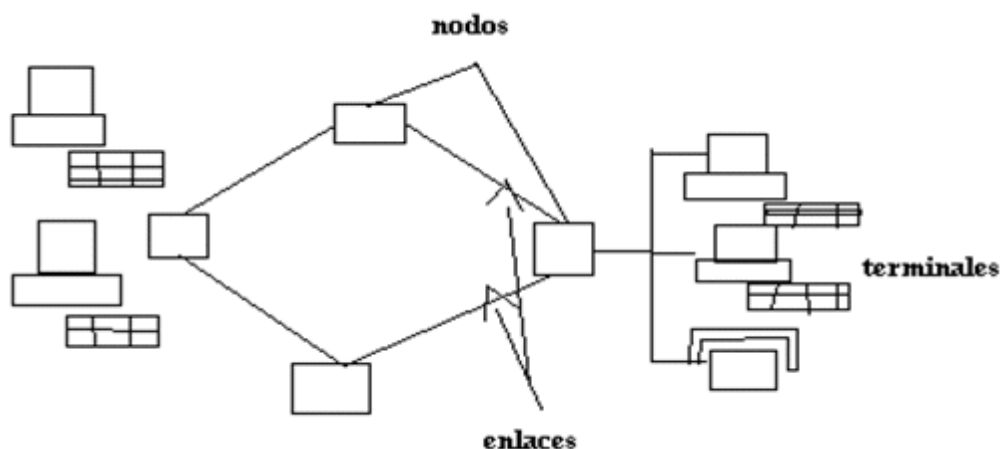
- Red de área local (LAN): Conecta dos o más dispositivos de comunicación dentro de una corta distancia de modo que cualquier dispositivo de usuario en la red, tiene el potencial para comunicarse con cualquier otro dispositivo. Las redes de área local suelen ser intra organizacionales, privadas, administradas internamente y no sujetas a la regulación de instancias gubernamentales reguladoras.
- Red de área amplia (WAN): Constituyen redes de largo trayecto, banda ancha y generalmente de acceso público, que cubren amplias áreas geográficas y las proporcionan compañías telefónicas comunes. Las redes de área amplia incluyen redes regionales como las compañías telefónicas o redes internacionales como los proveedores de servicios de comunicación mundiales. Algunas redes de área amplia son redes reguladas, comerciales, otras son privadas. El Internet por ejemplo es una red de área amplia pública en cuanto a su administración, recursos y acceso.

2.2. SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES XYZ

2.2.1. Configuración de un nodo de telecomunicaciones

Un sistema de telecomunicaciones consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones (figura 1). En lo sucesivo se denominará “red de telecomunicaciones” a la infraestructura encargada del transporte de la información. Para recibir un servicio de telecomunicaciones, un usuario utiliza un equipo terminal a través del cual obtiene entrada a la red por medio de un canal de acceso. Cada servicio de telecomunicaciones tiene distintas características, puede utilizar diferentes redes de transporte, y, por tanto, el usuario requiere de distintos equipos terminales. Por ejemplo, para tener acceso a la red telefónica, el equipo terminal requerido consiste en un aparato telefónico; para recibir el servicio de telefonía celular, el equipo terminal consiste en teléfonos portátiles con receptor y transmisor de radio, etcétera.

Figura 1. Red y equipo terminal



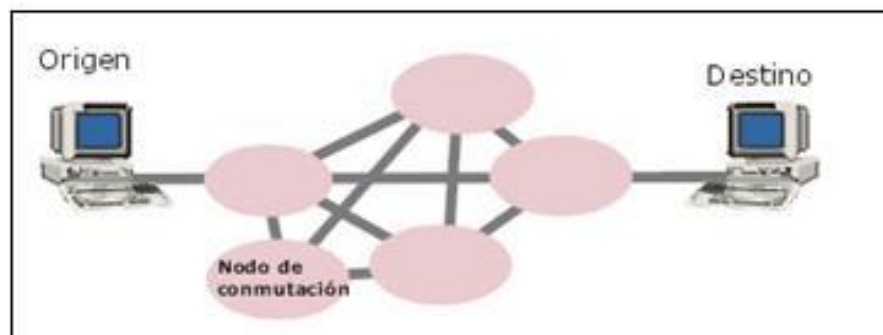
Fuente: <http://perlavalenzuela.tripod.com/id31.html>

En general se puede afirmar que una red de telecomunicaciones consiste en las siguientes componentes: a) un conjunto de nodos en los cuales se procesa la información, y b) un conjunto de enlaces o canales que conectan los nodos entre sí y a través de los cuales se envía la información desde y hacia los nodos.

Desde el punto de vista de su arquitectura y de la manera en que transportan la información, las redes de telecomunicaciones pueden ser clasificadas en:

a) Redes conmutadas. *La red consiste en una sucesión alternante de nodos y canales de comunicación, es decir, después de ser transmitida la información a través de un canal, llega a un nodo, éste a su vez, la procesa lo necesario para poder transmitirla por el siguiente canal para llegar al siguiente nodo, y así sucesivamente (figura 2).*

Figura 2. Red conmutada

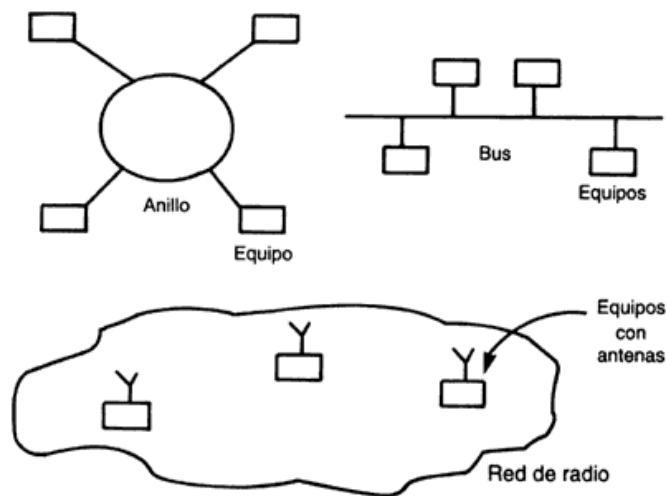


Fuente: https://sistemascomunic.files.wordpress.com/2008/06/red-de-conmutacion-por-paquetes_chica.jpg

b) Redes de difusión. En este tipo de redes se tiene un canal al cual están conectados todos los usuarios, y todos ellos pueden recibir todos los mensajes, pero solamente extraen del canal los mensajes en los que identifican su dirección como destinatarios. Aunque el ejemplo típico lo constituyen los sistemas que usan canales de radio, no necesariamente tienen que ser las transmisiones vía radio, ya que la difusión puede realizarse por

medio de canales metálicos, tales como cables coaxiales. En la figura 3 se presentan ejemplos de redes de difusión con diferentes formas y arreglos de interconexión (topologías), aplicables a redes basadas en radio o en cables. Lo que sí puede afirmarse es que típicamente las redes de difusión tienen sólo un nodo (el transmisor) que inyecta la información en un canal al cual están conectados los usuarios.

Figura 3. Anillo, bus, red con radio

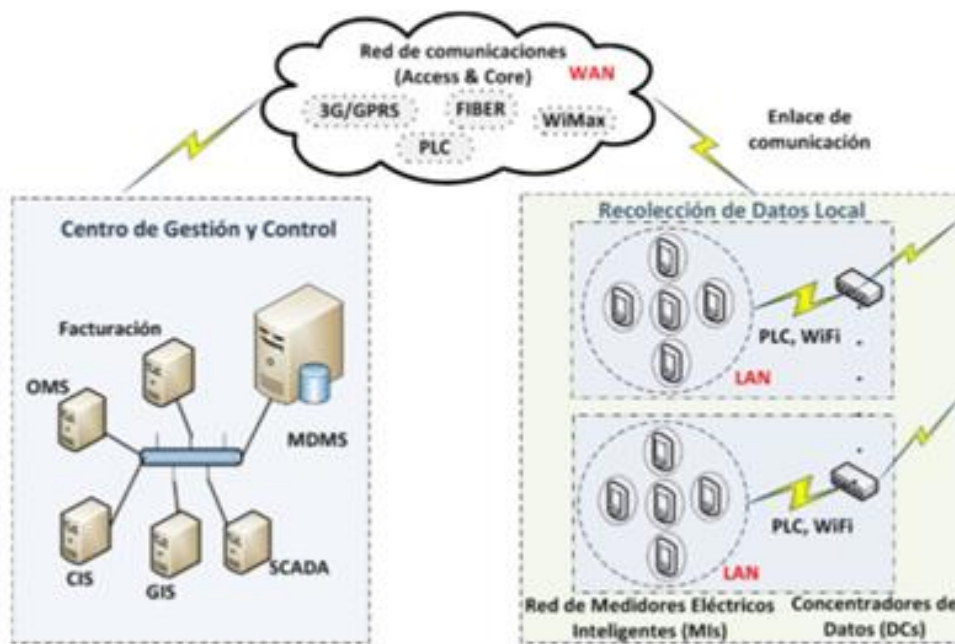


Fuente:

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_8.htm

Para todas las redes cada usuario requiere de un equipo terminal, por medio del cual tendrá acceso a la red, pero que no forma parte de la misma. De esta forma, un usuario que desee comunicarse con otro utiliza su equipo terminal para enviar su información hacia la red, ésta transporta la información hasta el punto de conexión del usuario destino con la red y la entrega al mismo a través de su propio equipo terminal (figura 4).

Figura 4. Operación de una red

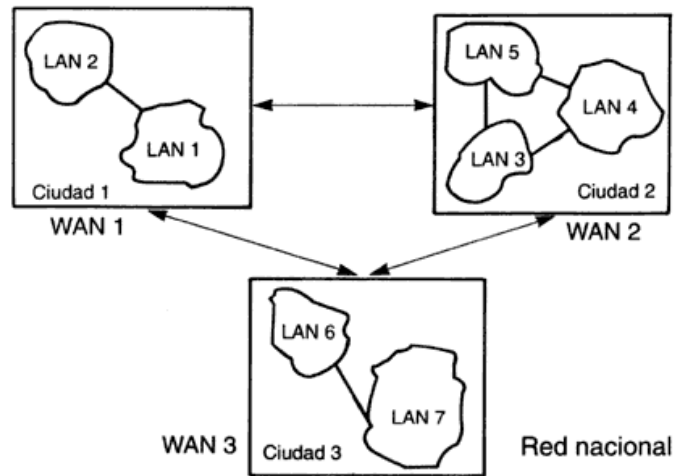


Fuente:

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/8208/10282>

Una característica importante de una red es su cobertura geográfica, ya que ésta limita el área en que un usuario puede conectarse y tener acceso a la red para utilizar los servicios que ofrece. Por ejemplo, existen redes locales que enlazan computadoras instaladas en un mismo edificio o una sola oficina (conocidas como LAN por su nombre en inglés: *local área network*), pero también existen redes de cobertura más amplia (conocidas como WAN por su nombre en inglés: *wide área network*), redes de cobertura urbana que distribuyen señales de televisión por cable en una ciudad, redes metropolitanas que cubren a toda la población de una ciudad, redes que enlazan redes metropolitanas o redes urbanas formando redes nacionales, y redes que enlazan las redes nacionales, las cuales constituyen una red global de telecomunicaciones (figura 5).

Figura 5. Una red nacional



Fuente:

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_8.htm

Como ya ha sido mencionado, las componentes de una red son un conjunto de nodos y otro de canales que permiten que los primeros se comuniquen.

2.3. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Entendemos por Gestión del Mantenimiento, la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento, con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico¹.

La selección de un modo de gestión de mantenimiento se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa; existen suficientes diferencias y alternativas entre las diferentes opciones. La escogencia individual del modo de gestión del mantenimiento es indiferente del momento y estado que viva la

¹ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

empresa, puede llegar a ser uno de los grandes pecados estratégicos que conduzcan a resultados deficientes de mantenimiento en el mediano o largo plazo.

Se debe proceder con un diagnóstico inicial integral, tener muy claro con qué instrumentos se cuenta y cuáles faltan por desarrollar; en especial tener un panorama claro de la ubicación física de los equipos relevantes y/o críticos con sus curvas de tasas de fallas, de tal forma que haya coherencia entre los estados de los equipos y el modo de gestión que se desea implementar. El comentario es que en parte la decisión debe partir de la premisa de la fase en que se encuentra en la curva de la bañera los equipos importantes, las unidades de producción y sobretodo la empresa en conjunto.

2.3.1. Mantenimiento Correctivo

Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles a falla, a un diagnóstico acertado y rápido de las causas.

Esta forma de mantenimiento ocasiona grandes pérdidas por no tomar en cuenta los costos de producción generados por el paro imprevisto del equipo. El mantenimiento correctivo se justifica cuando el equipo no se halla en una línea de producción o punto crítico del proceso, no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.

Se llama Equipo Crítico al que:

- Su paro interrumpe el flujo normal de producción.
- Causa problemas ambientales o de seguridad.
- Desperdicia energía.

- Su paro ocasiona demoras en la entrega a los clientes.
- Es costoso de mantener.
- Requiere reparaciones frecuentes.
- Sus repuestos son difíciles de conseguir.

Por lo tanto, el simple hecho de que un equipo no sea catalogado como un equipo crítico según las anteriores consideraciones, es una justificación para aplicar el mantenimiento correctivo en este equipo. Sin embargo, estas justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro imprevisto de este equipo no ocasiona trastornos graves a la producción, ya que la consideración de crítico puede variar con el tiempo.

El mantenimiento correctivo no es puramente esperar a que un equipo falle para proceder a repararlo, tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento; es decir, cualquiera que sea el tipo de gestión siempre termina en el correctivo. En síntesis puede decirse que *“el mantenimiento correctivo puede ser planificado mediante acciones proactivas ó no planificado como solución a emergencias”*, este último es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuos que amenazan la producción.
- El lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.
- Se compromete la calidad del producto.

2.3.2. Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una Planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas². Se pueden lograr bajos costos y un tiempo mínimo de parada con un balance apropiado entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

Puede prevenir que las fallas ocurran en mal momento, sensar cuando la falla está próxima a ocurrir y repararla antes de que ocurra el daño.

“Cada vez que un equipo es intervenido, está expuesto a un daño potencial, es excesivamente costoso reemplazar componentes prematuramente”.

El mantenimiento preventivo es considerado una actividad “planeada”, es así que para lograr que una instalación funcione correctamente la distribución de los recursos humanos debería ser de la manera expuesta en la figura 3.

Figura 6. Distribución ideal de los recursos humanos



² GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 39.

Para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de un equipo se trabaja sobre el mantenimiento preventivo, donde se define disponibilidad como la probabilidad de que un equipo sea capaz de funcionar siempre que sea requerido, mientras tanto la confiabilidad está definida por la probabilidad de que el equipo funcione en el momento t. Si aumentamos al máximo estos dos factores teniendo en cuenta un mantenimiento planeado, estaremos cumpliendo el objetivo del mantenimiento preventivo.

En el mantenimiento preventivo se puede retroalimentar el diseño de los equipos para mejorar la facilidad del mantenimiento, de allí que se conoce como mantenimiento la probabilidad del equipo en ser reparado / mantenido, durante un tiempo determinado.

El mantenimiento preventivo se puede basar en las condiciones o en estadística y confiabilidad de cada uno de los equipos como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Mantenimiento preventivo basado en condiciones y confiabilidad

Mantenimiento Preventivo	
Basado en las condiciones: - Fuera de línea - En línea	Con base en la estadística y la confiabilidad: - Con base en el tiempo - Con base en el uso

Para lograr los plenos beneficios del mantenimiento preventivo, su programa mínimo se debe complementar con un buen análisis, planificación y programación de los trabajos, así como también se debe establecer una documentación operativa mínima y funcional. Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.

- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Usualmente se le asocia con una frecuencia determinada a la cual se realizan las inspecciones y actividades de mantenimiento. Existen tres razones para hacer mantenimiento preventivo:

- Prevenir las fallas.
- Detectar el comienzo de la falla.
- Descubrir una falla oculta.

Desafortunadamente, no es posible prevenir todas las fallas de los equipos, pero eso no significa que nuestra habilidad para realizar las tareas de mantenimiento preventivo deba terminar allí. Evitar que una pequeña avería se convierta en un daño mayor, puede hacerse por medio de la detección y prevención oportuna de la avería. La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo, consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, fisuras, etc., y registrar detalladamente las observaciones en documentos destinados para tal fin.

El intervalo de inspección debe estar basado en la estabilidad, el propósito y el grado de uso. Si los registros iniciales indican que el equipo permanece dentro de la precisión requerida en las calibraciones sucesivas, los intervalos se pueden ampliar. Si por el contrario, el equipo requiere ajustes o reparaciones frecuentes, el intervalo se debe acortar.

Los registros del equipo proveen información para propósitos de otro mantenimiento preventivo. Toda orden de trabajo sobre un equipo se debe registrar en una base de datos donde se pueda buscar por equipo el historial de

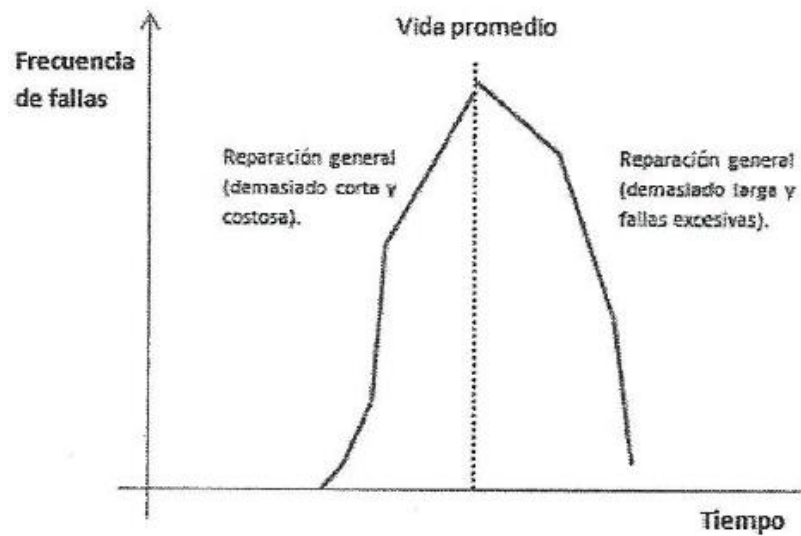
fallas y reparaciones, estos proveen información vital para el análisis de efectividad del sistema de mantenimiento.

Las partes esenciales que se deben incluir en un registro son:

- Número de identificación del equipo.
- Nombre del equipo.
- Producto/Grupo/Clase de equipo.
- Localización.
- Uso de lecturas de medida.
- Intervalos de mantenimiento.
- Uso por día.
- Ultimo mantenimiento preventivo vencido.
- Siguiendo mantenimiento preventivo vencido.
- Tiempo del ciclo para mantenimiento preventivo.
- Oficios requeridos, número de personas y el tiempo para cada uno.
- Partes requeridas.

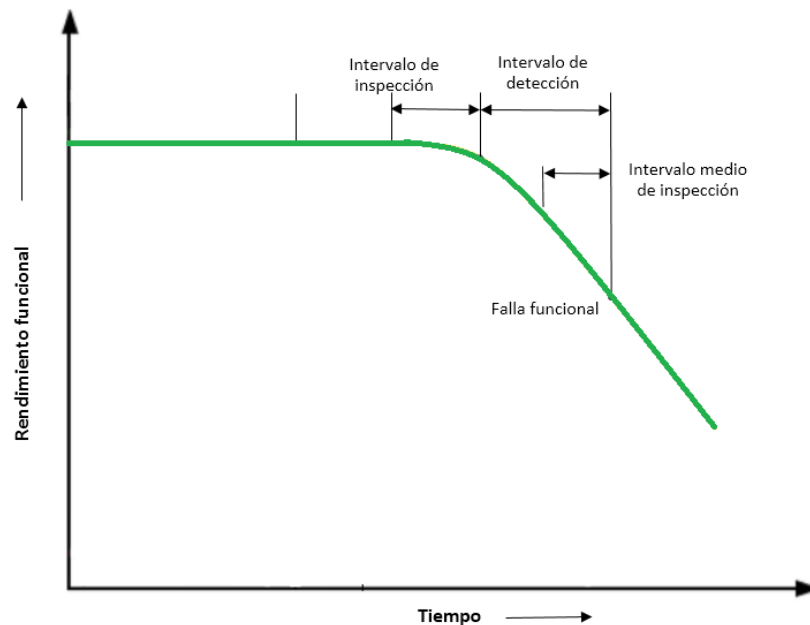
La forma de identificar si el mantenimiento preventivo debe realizarse respecto al tiempo o las condiciones, será analizada en las figuras 2 y 3.

Figura 7. Frecuencia de fallas Vs Tiempo



Fuente: BORRAS, Carlos. Mantenimiento Preventivo. Material de clases. P.28

Figura 8. Rendimiento funcional Vs Tiempo



2.3.3. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros, para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué período

de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para así poder planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente para que esa avería nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.

La predicción del comportamiento de los parámetros se hace a través de las ciencias: matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariantes, bivalentes y multivalentes, etc. Una de las características más importantes de este tipo de acción de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal del equipo mientras se está aplicando³.

La inspección y evaluación de los parámetros se puede realizar en forma periódica o en forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de actividad, los tipos de falla por diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Algunas ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reduce el tiempo de parada al conocer exactamente qué componente es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Realiza la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica como la que se hace de carácter eventual.
- Maneja y analiza un registro de información histórica vital, a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
- Define los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándares.
- Posibilita la toma de decisiones sobre la parada de un equipo en momentos críticos.

³ MORA G., Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios – Enfoque Sistemático Kantiano. Pág. 266.

- Facilita la confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Provee el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Aplica el análisis estadístico del sistema.

El principal inconveniente del mantenimiento predictivo es de tipo económico. Para cada equipo es necesaria la instalación de equipos de medición de parámetros que puedan ser: presión, pérdidas de carga, caudales, consumos energéticos, caídas de temperatura, ruidos, vibraciones, agrietamientos, etc. Las técnicas de mantenimiento predictivo aplicables a componentes del tren de potencia de equipos mineros son:

- Inspección visual, acústica y al tacto de componentes
- Tomografía
- Vibraciones
- Análisis de aceite

2.3.3.1. Termografía. La utilización de aparatos térmicos para el control y vigilancia de variables de condición en las máquinas es una herramienta avanzada muy útil en la detección potencial de fallas y situaciones fuera de estándar, entre ellos sobresalen: termómetros, termistores, pinturas, polvos térmicos, termostatos, cámaras de rayos infrarrojos, sensores de temperatura, sensores de contacto, sensores basados en dilatación o expansión de líquidos, sensores bimetálicos en expansión, termopares, termocuplas, termo resistencias, testigos de color, bolas (pellets), sensores sin contacto, pirómetros ópticos y de radiación, cámaras infrarrojas, etc.,

Figura 9. Cámaras Termo gráficas



Fuente: <http://www.preditec.com/productos/equipos-de-infrarrojos/camaras-termograficas/camara-termografica-flir-t-400---t-600/>

Las cámaras de termografías son equipos diseñados para monitorización en planta, mantenimiento preventivo y monitorización de procesos industriales.

Sus aplicaciones potenciales incluyen:

- Inspección de equipos eléctricos
- Inspección de equipos mecánicos
- Inspección de estructuras de material refractario
- Monitorización de procesos, etc.

Algunas de las fallas que se pueden evidenciar con el control de temperatura son: daños en rodamientos, defectos en sistemas de refrigeración, sistemas de generación de calor o manejo energético, depósitos y sedimentos de materiales no deseados, daños en aislamientos, condiciones no estándares en sistemas eléctricos, etc.

2.3.3.2. Vibraciones. La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una maquina es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración, reducir el nivel de las fuerzas vibratorias no deseadas y no necesarias. De manera que, al estudiar los datos, el interés principal deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de la vibración, la determinación de las causas, y la corrección del problema que ellas representan.

El establecimiento de patrones en condiciones normales de operación, permite diferenciar de situaciones fuera del estándar, esto se logra con una de las metodologías más certeras en el diagnóstico y monitoreo de equipos y componentes, a través de las vibraciones⁴. Detecta defectos internos como: desalineaciones de rodamientos y poleas, desequilibrios dinámicos, desgastes de engranajes, sobrecargas, ejes defectuosos, etc., (figura 10).

Las etapas seguidas para medir y/o analizar una vibración, que constituyen la cadena de medición, son:

- Etapa Transductora.
- Etapa de acondicionamiento de la señal.
- Etapa de análisis y/o medición.
- Etapa de registro.

Figura 10. Medición de vibraciones



Fuente: <http://www.pemesa.eu/servicios.php?categoriaid=1>

Para la medición de vibraciones en el exterior de las máquinas y en las estructuras hoy en día se utiliza fundamentalmente los acelerómetros. El acelerómetro tiene la ventaja respecto al velocímetro de ser más pequeño, tener mayor rango de frecuencia, y poder integrar la señal para obtener velocidad o desplazamiento vibratorio.

⁴ AGUILAR LEÓN, German Stephan. Vibraciones Mecánicas. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Cartagena, 2007. Pág. 16.

El sensor de desplazamiento se utiliza para medir directamente el movimiento relativo del eje de una máquina respecto a su descanso. Para la selección adecuada del sensor se debe considerar, valor de la amplitud a medir, temperatura de la superficie a medir y fundamentalmente el rango de las frecuencias a medir.

2.3.3.3. Análisis de bancos de baterías. En la industria de telecomunicaciones, se necesita un gran respaldo de energía, una energía fehaciente es necesaria como lo es una grande y creciente base instalada de baterías de plomo ácido y otras, suministra la energía crítica de facilidades petroleras, hospitales, entidades bancarias, nodos de telecomunicación móvil, sitios de recepción y transmisión de energía y otras incontables instalaciones de industria y de comercio. A pesar de la importancia de que estos sistemas de respaldo de energía de misión crítica se mantengan saludables, en muchos casos las pruebas que realizan los clientes en sus sistemas no muestran con precisión la salud de la batería. Esto se debe principalmente al hecho de que solo las propiedades eléctricas de las baterías han sido medidas usando equipo convencional de prueba de baterías. Consecuentemente, los sitios no están adecuadamente protegidos, los costos de mantenimiento preventivo se mantienen altos y las baterías son reemplazadas frecuentemente.

Los analizadores electroquímicos de baterías usan tecnología de punta para mediciones correctas tanto para el estado eléctrico como químico de una batería, dándole al usuario una medición precisa de la salud de su batería y de su sistema de baterías. Dos procesos químicos, la pérdida de electrolito (pérdida de agua de una celda de plomo ácido con válvula regulada – VRLA) y la sulfatación (una construcción de sulfato de plomo en las placas a través del tiempo) son dos causas principales en la falla de baterías en sistemas de respaldo de energía.

La tecnología utilizada permite que los analizadores prueben tanto los parámetros Eléctricos como Químicos (Electroquímicos) entre las baterías de plomo ácido. Estos instrumentos son capaces de detectar una significativa degradación dentro de las celdas antes de que las más usuales mediciones óhmicas (conductancia e impedancia) muestren cualquier variación de sus valores de referencia.

Los resultados para la pérdida de electrolito y sulfatación muestran una correlación notablemente buena con la descarga actual o los resultados de la prueba de descarga, en algunos casos eliminando la necesidad de realizar la prueba de descarga, la cual consume mucho tiempo y es arriesgada. Las baterías que están fallando pueden ser detectadas con mayor anticipación para así poder brindarles servicio, prolongar su vida, reducir mantenimientos y costos de reemplazos.

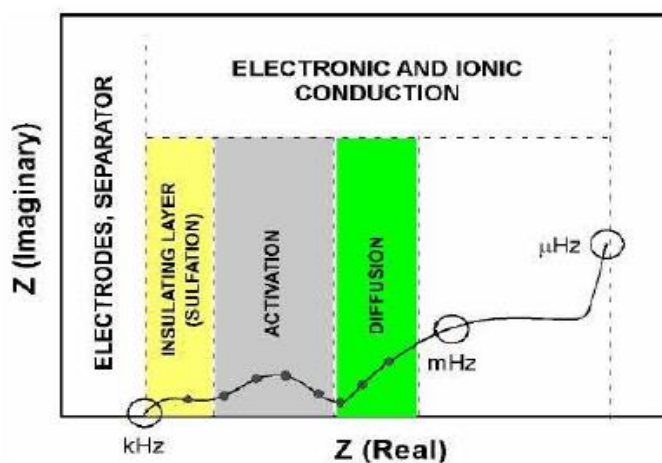
Aunque esta tecnología ha sido desarrollada para el mercado de baterías estacionarias, su campo de aplicación es actualmente más amplio, encontrándosele uso en la fuerza motriz (Arranque de Encendido de Iluminación – por sus siglas en Inglés SLI: Starting Lightning Ignition, tracción, vehículos híbridos, vehículos eléctricos puros) y otras áreas tales como la investigación de baterías de formato pequeño en el segmento médico.

La tecnología ha sido basada en micro procesamiento y emplean espectroscopia de impedancia para caracterizar baterías y otros dispositivos de baja impedancia. Algoritmos de clasificación y patrones de reconocimiento se emplean para hacer la relación con la impedancia y los cambios de respuesta de excitación del sistema a ser probado con los modos específicos de fallas de las baterías, tales como sulfatación y pérdida de electrolito. Esta capacidad es un avance radical sobre la tecnología predecesora.

- **Patrón de reconocimiento y clasificación:** En orden de obtener una idea cualitativa de como las mediciones eléctricas pueden proporcionar información

química, permítanos examinar las siguientes gráficas. La Figura 11 muestra la “Trama de Nyquist” para una batería de plomo ácido. Tramas similares son observadas para Litio-Ion, NiMH y otras baterías químicas. La trama en la Figura 11 es generada pasando corriente alterna de onda de senoidales a través de una batería y graficando la respuesta en el plano. El eje vertical representa el componente imaginario (Z'') de la impedancia y el eje horizontal representa el componente real de la impedancia.

Figura 11. Típica trama de Nyquist para una batería plomo ácido



Fuente:

https://www.globalei.com/downloads/product%20literature/Technology_Background_SP-1000-3001.pdf

Cada punto en el plano corresponde a una frecuencia individual. De la forma de la curva resultante, experimentados científicos pueden deducir una gran cantidad de información sobre la condición de la batería. A frecuencias más altas, la impedancia es controlada por movimientos de electrones en componentes metálicos y películas resistivas. Conforme la frecuencia es más baja, una secuencia de otros procesos se hace importante, incluyendo (de alta a baja frecuencia) la migración iónica, la carga electrostática de doubles capas eléctricas, y reacciones de transferencias de carga en superficies del electrodo. A las frecuencias más bajas, los procesos de difusión en sus fases líquida y

sólida tienden a dominar. En esta zona de la curva, el rango de la frecuencia es en mili Hertz, esto es una milésima de un ciclo por segundo.

La obtención de datos en este rango de baja frecuencia es impráctico en aplicaciones de campo, debido a que se requiere de muchos minutos por cada punto de datos.

Afortunadamente, la información de diagnóstico más útil tiende a ocupar el medio rango de las frecuencias. Sin embargo, debería entenderse que por la forma intrincada de la trama de Nyquist, esa dependencia a un solo punto de frecuencia no podría ser posible que proporcione la suficiente información sobre todos los procesos que afectan la salud de una batería.

La técnica utiliza una técnica de barrido de frecuencias para obtener los puntos de datos relevantes de la impedancia y una respuesta a formas de ondas para una química determinada de batería, siendo estos vitales para un cálculo con precisión y de repetitividad de la salud de la batería.

- **Salud de la batería y análisis de los modos de falla:** Los algoritmos en el Analizador Electro-Químico de Baterías han sido enfocados principalmente para dos modos particulares de falla que son importantes para las baterías de energía estacionarias. La primera falla, conocida como pérdida de electrolito, implica la pérdida de agua de la batería VRLA (Por sus siglas en Inglés Valve Regulated Lead Acid). Bajo un buen cuidado, las baterías VRLA retienen adecuadamente agua a lo largo de su periodo de vida para las cuales fueron diseñadas. Cuando son sujetas a prolongadas sobrecargas, sobrecalentamientos o cuando una tapa de respiración está defectuosa y provoca una fuga, la pérdida de agua de las celdas VRLA puede alcanzar el punto en que el separador pierde conductividad. Esto es más probable que ocurra en conjunto con un escape térmico ya que hay un efecto de retroalimentación por lo cual cada incremento de pérdida de agua aumenta el

calentamiento óhmico y además acelera la pérdida de agua. La pérdida de electrolito en un separador de una AGM (Tapete de Vidrio Absorbente, por sus siglas Inglés Absorbed Glass Mat) causa en esta un encogimiento y ocasiona que se aleje de los electrodos, produciendo al final un incremento en resistencia interna y una brusca pérdida de capacidad. La pérdida de agua de una celda de gel puede eventualmente causar desintegración del separador y una caída catastrófica en la capacidad. Las primeras etapas de la pérdida de electrolito pueden no ser detectadas, inclusive por mediciones de capacidad, porque el efecto en la capacidad es pequeño hasta muy tarde en el proceso. La anticipada detección de este modo de falla es crítica para evitar fallas catastróficas.

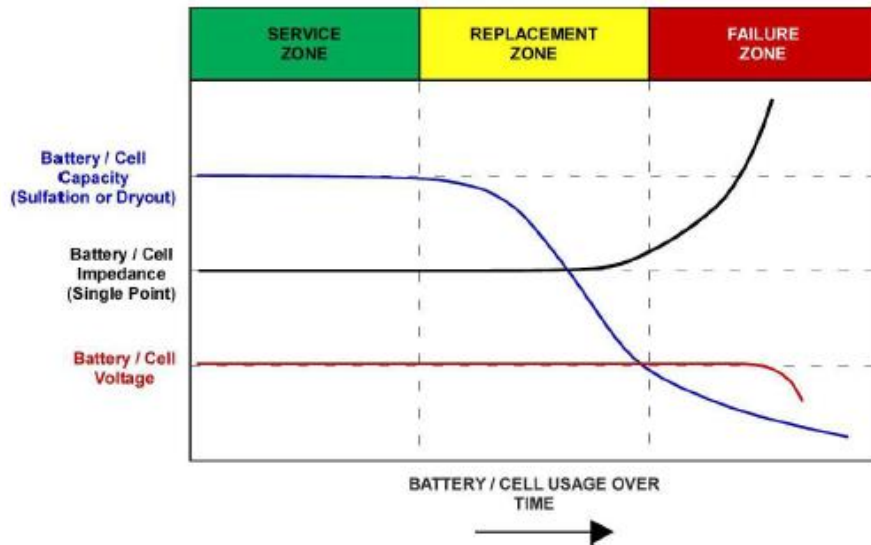
El segundo modo de falla es el fenómeno de sulfatación. El proceso de descarga en una celda de plomo ácido deposita sulfato de plomo en todo el material activo de cada electrodo. En operación normal, el sulfato de plomo forma como pequeños cristales que fácilmente se vuelven a disolver durante el proceso de carga, permitiendo a los materiales activos el volver a su forma original. Sin embargo, si el proceso no es controlado cuidadosamente, los cristales de sulfato de plomo pueden gradualmente crecer en tamaño haciéndose progresivamente más difíciles de regresar nuevamente al material activo. En las primeras etapas, mientras la recarga es todavía posible (aunque con mucho esfuerzo), la condición es conocida como “sulfatación suave”. Eventualmente, sin embargo, los cristales crecen tan grandes que la recarga es imposible. En este punto, la condición es conocida como “sulfatación dura”. Las lecturas registradas en el equipo, usando los algoritmos son igualmente sensibles tanto a la sulfatación “suave” como a la “dura”, permitiendo la detección de sulfatación antes de que esta se vuelva irreversible.

Se ha dedicado menos atención a los esfuerzos de la corrosión de malla, porque una batería que alcanza el fin de su vida debido únicamente a este modo de falla generalmente ha excedido su periodo de vida para la cual fue diseñada. El proceso de corrosión de malla implica la conversión gradual del colector de corriente positiva (aplicación de un plomo) dentro del material activo positivo (dióxido de plomo). Al principio, el proceso puede en realidad incrementar la capacidad de la celda. Un modo de falla estrechamente relacionado es el crecimiento de malla. Porque el dióxido de plomo ocupa más espacio que plomo original, la conversión conduce a una expansión física de la malla. Normalmente, se diseña un espacio extra dentro de la celda para acomodar esta expansión, sin embargo, eventualmente el crecimiento puede resultar en cortos circuitos debido a que esto empuja las barras de interconexión, acercándolas en la parte superior de las celda.

- **Envejecimiento de celda:** Conforme las celdas y las baterías envejecen, estas se pueden ubicar a través de varias zonas. La Figura 12 divide la vida de la batería en tres zonas distintas. La zona inicial muestra un pequeño cambio en la capacidad o en las características eléctricas (óhmica) de un solo punto.

Es importante probar la batería en esta etapa, no solo para detectar posibles fallas de mortalidad infantil, sino también para observar signos prematuros de envejecimiento que podrían significar un manejo impropio de la batería.

Figura 12. Zonas de envejecimiento de la batería plomo acido



Fuente:

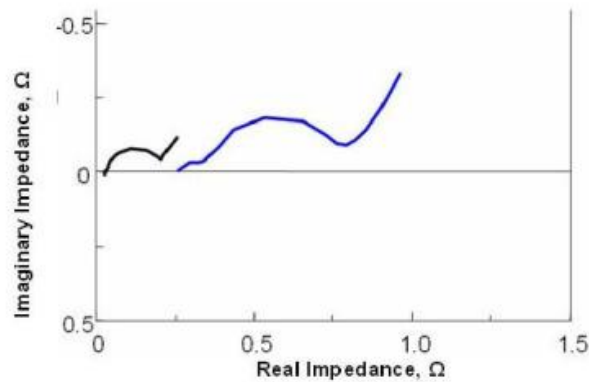
https://www.globalei.com/downloads/product%20literature/Technology_Background_SP-1000-3001.pdf

En la zona media, cambios químicos se tornan más importantes y pruebas de descarga revelan una aceleración de descarga en la capacidad. A diferencia de las características eléctricas de puntos individuales, el EC1000™ y EC2000™ empleando algoritmos CELScan® proporcionan una advertencia anticipada de posibles problemas en esta zona y permite al operador aplicar medidas correctivas. En la última zona, la capacidad de la celda disminuye sorprendentemente y la falla puede ser demasiado repentina para ser prevista por una rutina de mediciones eléctricas. Diferentes químicas de baterías tales como Li-Ion, NiMH y otras tienen zonas diferentes de degradación que también pueden ser monitoreadas de cerca usando los algoritmos de multi-frecuencias CELScan®.

Para demostrar que tanto el patrón de impedancia de una batería puede cambiar en el tiempo, la figura 13 compara la trama de Nyquist de una batería antes y después de un tratamiento de aceleración de envejecimiento a 450 ciclos. Así como el ojo humano fácilmente percibe los cambios, los algoritmos CELScan®

aplican patrones digitales de reconocimiento para diagnosticar y cuantificar los procesos de falla.

Figura 13. Tramas de Nyquist para una batería plomo ácido antes (negra) y después (azul) de una aceleración de envejecimiento a 450 ciclos



Fuente:

https://www.globalei.com/downloads/product%20literature/Technology_Background_SP-1000-3001.pdf

2.3.3.4. Análisis de aceite dieléctrico en transformadores

Los transformadores son el corazón de nuestras plantas y edificios, mantienen todos los equipos en marcha y proveen la energía para realizar nuestras labores diarias. Por lo tanto debemos de mantenerlos en óptimas condiciones de funcionamiento, y así evitar que se paralice la producción. Hoy en día no se puede dar el lujo de permitir que esto suceda.

Una de las mejores formas de monitorear la condición de los transformadores, es mediante el análisis de aceites dieléctricos. Pero, ¿Qué tan importante es? Mucho, ya que el aceite dieléctrico cumple las siguientes funciones:

- Aísla eléctricamente los bobinados.
- Extingue arcos eléctricos.

- Disipa el calor.

Cuando el aceite se degrada, se reducen los márgenes de seguridad, y se aumenta el riesgo de un fallo prematuro. Si cualquiera de estas funciones falla, nuestro equipo se dañará y provocará pérdidas en paros inesperados de la producción.

Para mantener una tendencia del comportamiento del aceite dieléctrico es necesario realizar pruebas periódicas. Entre las que se realizan están:

- Físico-químicas.
- Cromatografía de gases disueltos.

Además de estas, se tienen pruebas para el análisis de Furanos (deterioro papel aislante), y determinación de PCBs.

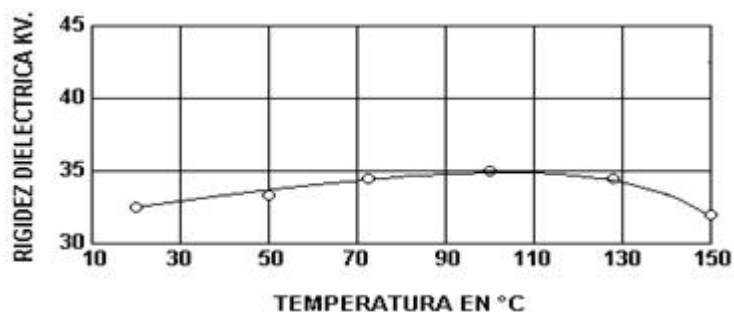
- **Pruebas de aceites dieléctricos:** Las pruebas de aceites dieléctricos se dividen en dos áreas principales, las pruebas físico químicas y las pruebas de cromatografías de gases disueltos.
- **Descripción de las pruebas:** Los aceites dieléctricos son usados para enfriar equipos eléctricos tales como transformadores e interruptores. Las pruebas del aceite dieléctrico constituyen la mejor forma de evaluar la condición del líquido aislante.

La calidad del líquido como dieléctrico será influenciado por cada uno de los siguientes factores:

- **Temperatura elevada:** Una temperatura alta puede ser causada por incremento de carga, pérdida de enfriamiento, temperatura externa elevada o por fallas eléctricas o térmicas. Las elevadas temperaturas incrementan dramáticamente las reacciones químicas. Generalmente las reacciones se duplican por cada 10 grados centígrados de aumento en la temperatura.

Consecuentemente, la tasa a la cual el aceite se oxida es significativamente afectada por la temperatura.

Figura 14. Rigidez dieléctrica Vs temperatura



Fuente: <http://meecr.blogspot.com.co/2009/02/mantenimiento-del-transformador-como.html>

- **Oxidación:** El aceite reacciona con el oxígeno para formar ácidos orgánicos, esteres y compuestos fenólicos. La oxidación controlada por la disponibilidad del oxígeno y la temperatura. Los productos de la oxidación son en gran parte responsables del deterioro del aislante dieléctrico. Finalmente la oxidación produce sedimentación, la cual reducirá la transferencia de calor y eventualmente causará sobrecalentamiento.

Figura 15. Transformador inmerso en aceite dieléctrico



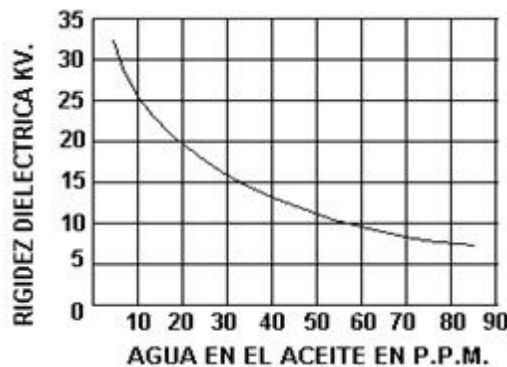
Fuente: <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/transformador-distribucion-80827.html>

- **Contaminación:** Las propiedades dieléctricas del aceite son afectadas por contaminantes como agua, fibras de celulosa, partículas metálicas y metales disueltos en el aceite. Al deteriorarse el dieléctrico producirá una pérdida de eficiencia y posiblemente una falla en el equipo.
- **Pruebas Físico Químicas al aceite dieléctrico:** Una detección temprana de la calidad del aceite ayudará a reducir costos de mantenimiento y a prevenir fallas. Esto puede ser logrado mediante un adecuado programa de pruebas al aceite que monitorea la condición del fluido dieléctrico.

Entre las pruebas físico-químicas que se realizan al aceite están las siguientes:

- **Rigidez Dieléctrica:** Esta prueba representa el voltaje a la cual el fluido dieléctrico llega a ser un conductor. Se reporta en kilovoltios. La presencia de contaminantes, incluyendo los productos de la oxidación reduce la rigidez dieléctrica.
- **Humedad:** La presencia de humedad es una de las causas desfavorables más comunes que afectan el aceite dieléctrico. El agua se reporta en partes por millón (ppm). El análisis se realiza usando colorimetría. Exceso de humedad puede causar severos problemas con el transcurso del tiempo. Afecta tanto al aceite como al aislante de papel. Adjunto están algunos gráficos mostrando esta relación. Se usa el estándar IEEE C57.106 Guide for Acceptament and Maintenance of Insulating Oil in Equipment.

Figura 16. Rigidez dieléctrica Vs PPM de agua en el aceite



Fuente: <http://meecr.blogspot.com.co/2009/02/mantenimiento-del-transformador-como.html>

La guía provee una mejor explicación de los efectos del exceso de humedad y otros problemas y está disponible en IEEE (www.ieee.org). La humedad puede ser removida por filtración o métodos de vacío/calor.

- **Número de ácido:** Acidez en el fluido primariamente a causa del resultado de la oxidación del aceite. Se reporta en miligramos de hidróxido de potasio por gramo de fluido. El medir la acidez permite monitorear el proceso de oxidación. Entre más alto sea el valor, mayor es la oxidación y más cerca se está de la sedimentación.
- **Tensión interfacial:** Mide la presencia de contaminantes polares en el aceite. Se reporta en dynes por centímetro. Para fluidos en servicio, una baja en esta lectura indica un aumento en la concentración de contaminantes, incluyendo el proceso de la oxidación.
- **Viscosidad Cinemática:** Es una medida de la resistencia del fluido bajo condiciones específicas. Se reporta en Saybolt Universal Segundos y, afecta la habilidad del fluido para transferir calor.

- **Gravedad Específica:** Es la tasa de la densidad del aceite referente a la densidad del agua a una temperatura específica.
- **Inhibidor de Oxidación:** La presencia de inhibidores de la oxidación puede reducir la velocidad a la cual el aceite se oxida. Estos componentes pueden ser agregados al aceite y así reaccionan con el oxígeno. Si el contenido de inhibidor de oxidación desciende rápidamente puede ser indicativo de la existencia de puntos calientes dentro del transformador. La concentración es medida y se reporta en porcentaje.
- **Factor de Potencia:** Es una medida de la pérdida dieléctrica del aceite debido a disipación de calor en un campo dieléctrico. Un bajo factor de potencia indica pérdida en el dieléctrico. Esta prueba en conjunto con otras es muy útil para determinar la calidad global del aceite.
- **Índice de refracción:** Este varía con la composición del aceite, con la naturaleza y concentración de contaminantes. Un cambio en éste índice está relacionado a un cambio en la composición del aceite causado principalmente por presencia de contaminantes.
- **Punto de Vertido (Pour Point):** Es un índice de su aplicabilidad. Para determinar su punto de vertido el fluido es calentado y luego enfriado a una tasa específica. La última temperatura a la cual el líquido fluye es reportada.
- **Punto de Llama:** El punto de llama es la temperatura más baja a la cual el fluido enciende. Un bajo punto de llama puede indicar la presencia de materiales volátiles en el aislamiento.

- **Sulfuro Corrosivo:** La presencia de sulfuro puede provocar corrosión en superficies de metal dentro del equipo eléctrico. Compuestos de sulfuro indeseados son detectados al observar el efecto del fluido en superficies de cobre.

- **Cromatografía de Gases Disueltos:** Estas pruebas se realizan con el fin de detectar el grado de deterioro del aceite, así como el que tiene el papel aislante de los transformadores. Los gases claves formados por la degradación del aceite aislante son:
 - Hidrógeno (H₂)
 - Metano (CH₄)
 - Etano (C₂H₆)
 - Etileno (C₂H₂)

Los gases formados por la degradación del papel aislante son:

- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Oxígeno (O₂)

El Dióxido de Carbono (CO₂), Oxígeno (O₂), Nitrógeno (N₂) y la humedad pueden ser absorbidos desde el aire que se encuentra en el exterior, es decir desde el medio ambiente al que normalmente se encuentra expuesto el transformador, los canales de contaminación pueden ser desde una fuga en la carcasa o que el filtro de sílica gel no se encuentre en condiciones normales para la operación a plena carga del transformador.

Las descargas de energía parciales, de bajo nivel, en forma de arco eléctrico producen Hidrógeno junto con cantidades significativas de Metano y Etano. Las descargas de energía parciales, de alto nivel, son capaces de generar todos los gases incluyendo Acetileno, los cuales requieren de más energía.

- **Identificación de fallas:** Basados en los resultados que se obtengan de la cromatografía de gases disueltos, es posible identificar problemas como:
- **Efecto corona:** Esta es una falla eléctrica de baja energía, resultado de la ionización del fluido dieléctrico que la rodea. Típicamente se incrementan los niveles de hidrogeno.
- **Saltos de corriente (sparking):** Son descargas intermitentes de alto voltaje, sin alta corriente. Esta caracterizado por incrementos en los niveles de hidrogeno, metano y etano, sin un incremento simultaneo de acetileno.
- **Sobre calentamiento:** El calentamiento puede ser causa de varias razones, como sobre carga, corrientes circulando, una mala conexión de tierra y falsos contactos. Esta caracterizado por incrementos en los niveles de hidrogeno, metano, etano y etileno.
- **Arcos eléctricos:** Son los procesos de falla más severos, en los que se ven altas corrientes y altas temperaturas. Estos se pueden producir principalmente a fallas de corto circuito. Esta caracterizado por incrementos en los niveles de acetileno. Como se mencionó en el principio, hay más pruebas para aceites dieléctricos, como el análisis de Furanos, que sirve

para determinar el grado de descomposición del papel aislante, y la prueba para determinar el contenido de PCBs en los aceites.

2.4. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) es un método para establecer el plan de mantenimiento el cual permitirá alcanzar en forma eficiente y efectiva los requerimientos de seguridad y los niveles de disponibilidad de los equipos e instalaciones, y está dirigido al mejoramiento de la seguridad global, la disponibilidad y la economía de la operación.

RCM no solo se ha convertido en una metodología de alta aplicación en las empresas industriales cuyos activos requieren de una alta disponibilidad y una optimización de los costos operativos, sino también para atender las mayores exigencias que cada día tenemos en los aspectos de seguridad y preservación del medio ambiente.

Dependiendo del “estado del arte” que exista en una empresa, lo que se espera que resulte tras la implementación de esta metodología se puede resumir en tres tipos de mejoras:

- Aumento de actividades de monitoreo y preventivas con reducción adicional de las reactivas, cuando, en la mayoría de los casos, el estado del arte de mantenimiento es muy bajo (no se tienen programas oficiales y las fallas son continuas).
- Disminución de actividades, cuando, en la mayoría de los casos, el estado del arte de mantenimiento es bajo pero se tiene un programa de mantenimiento básico con muchas tareas para evitar fallas.
- Optimización del programa de mantenimiento al incluir y/o eliminar actividades según las técnicas de monitoreo que se estén aplicando y una

optimización de las frecuencias de los monitoreos y/o los reacondicionamientos periódicos.

Las principales claves identificadas en la metodología del RCM, son las siguientes:

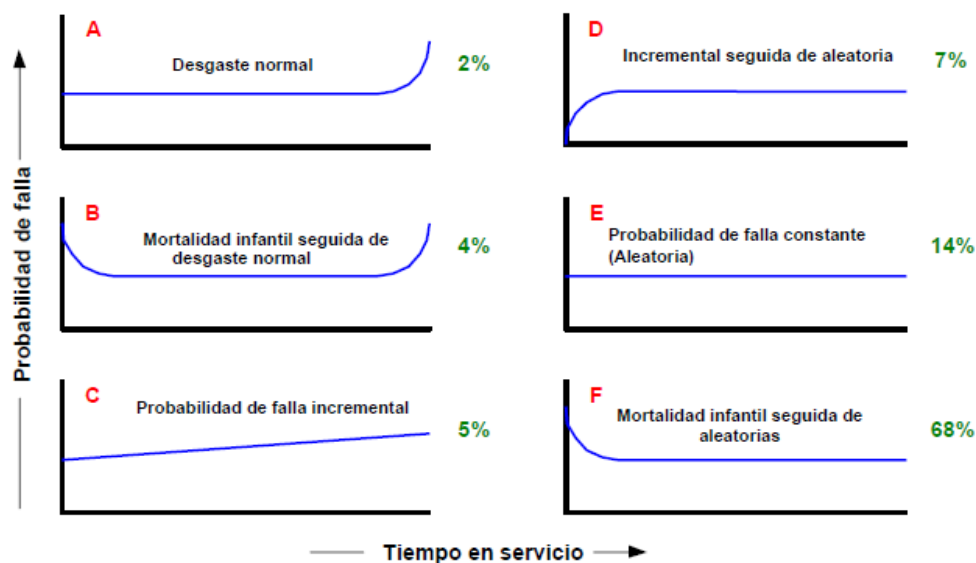
- Buscar la preservación de las funciones más que la preservación de los mismos equipos por sí solos.
- Enfocarse en evitar, reducir o eliminar las consecuencias, más que en evitar las fallas.
- Orientar los esfuerzos a construir defensas costo-efectivas razonables contra fallas, permitiendo algunas fallas.
- Priorizar técnicas predictivas y de condición sobre las preventivas o correctivas.
- Hacer énfasis en la búsqueda de la extensión de la vida útil del equipo.
- Resaltar el hecho de que los equipos modernos tienen múltiples formas de probabilidad de falla y no solo por la curva de la bañera o por vejez.
- Requerir de la disponibilidad de personas e información que permita identificar los modos de falla de los equipos y sus consecuencias, más que una alta exigencia en la disponibilidad de histórico de fallas.
- Exigir que, una vez actualizado el plan de mantenimiento, el registro de los trabajos y de las fallas se haga sistemáticamente.
- Adicionar el detectivo o búsqueda de fallas como tipo de mantenimiento, complementario a los ya conocidos, como son el preventivo, predictivo y correctivo.
- Optimizar la disponibilidad de plantas y equipos sin descuidar la Seguridad, el Medio Ambiente, los costos y cualquier otro factor empresarial crítico.

- Desarrollar planes teniendo en cuenta condiciones ambientales, requerimientos de clientes y regulatorios, condiciones operativas y de mantenibilidad.
- Fijar tareas con base en la visión multidisciplinaria de todos aquellos que tienen una interacción directa con los equipos y el proceso productivo.
- Formular las políticas de mantenimiento por parte de los equipos multidisciplinarios cercanos a los equipos.
- Hacer partícipes a los fabricantes de los equipos pero en forma limitada.

De todos estos conceptos, hay uno que vale la pena profundizar un poco más. Es el relacionado con la “Evolución de las probabilidades de fallas” de los equipos, ya que ello permitirá más adelante visualizar mejor nuestras opciones para decidir cuál tarea de mantenimiento y su frecuencia es mejor.

Concebir que nuestros equipos tengan una sola forma de evolución de las fallas (por lo general se concibe que es solo la “curva de la bañera”) es algo que debe modificarse. Corregir esta visión es clave si deseamos tener un mejor plan de mantenimiento. En la figura 17 se muestran varias formas de la probabilidad de fallas encontradas hoy en día, las cuales todas tienen amplio cubrimiento.

Figura 17. Representación gráfica de las diferentes formas de evolución de las fallas en los equipos



Fuente: <http://www.mailxmail.com/curso-confiabilidad-operacional/pasos-aplicacion-rcm>

Debe quedar claro a todos quienes deseen aplicar la metodología que esta no es absolutamente perfecta para resolver todos los problemas de la organización de mantenimiento y producción. Las limitaciones que tiene la metodología deben quedar clarificadas antes de iniciar para así no generar falsas expectativas y estar preparados para implementar otras herramientas complementarias. Las principales limitaciones son:

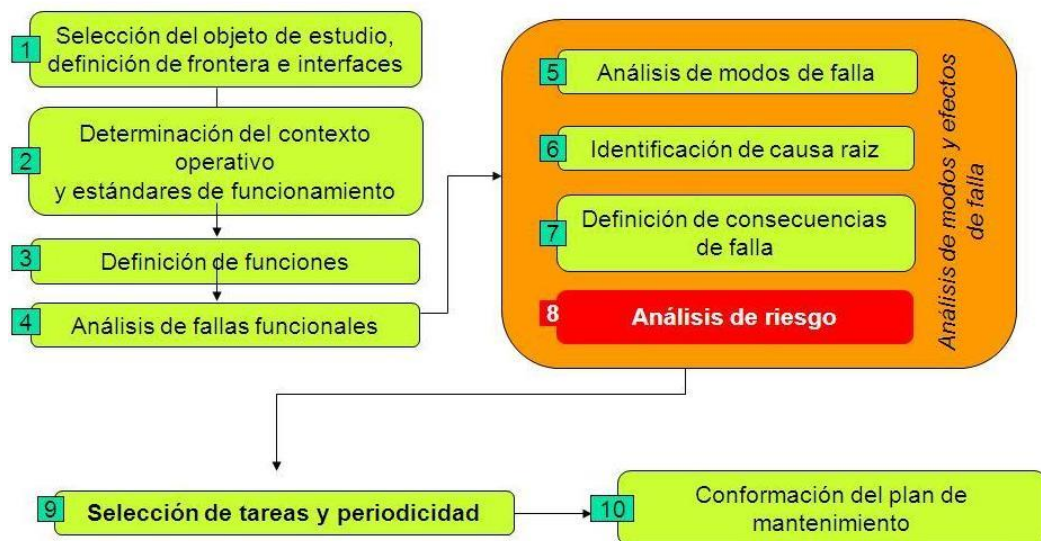
- Si hay problemas de diseño de los equipos, RCM no tiene el alcance para generar los cambios de diseño, solo puede advertir de las deficiencias físicas de los equipos e instalaciones para que otro proceso se encargue de estas mejoras.
- Si los mantenimientos son efectuados de manera deficiente por falta de aptitud de las personas, RCM no tiene el alcance para generar los planes de entrenamiento pero si puede advertir de la necesidad de una mejora en el conocimiento y destreza.

- Si los procedimientos e instructivos tienen deficiencias en su contenido o redacción, RCM no tiene el alcance para hacer las modificaciones pertinentes, solo podría advertir de la necesidad de modificarlos para disminuir la frecuencia de las fallas por dicha causa.

Por último, se requiere de un proceso continuo de actualizaciones y revisiones dado que en la primera vez que se implementa esta metodología no va a satisfacer 100% las necesidades. La primera versión no va a ser perfecta y muy seguramente cuando se obtenga, habrán cambiado las condiciones operacionales y/o ambientales que obligarán a realizar la revisión.

2.4.1. El Método

Figura 18. Diagrama de flujo del RCM



Fuente: ORTIZ PLATA, Daniel. El Método. Presentación en Power point. P.5

La metodología utiliza un método particular en el cual se van identificando las necesidades del plan de mantenimiento a través de preguntas, las cuales se conocen como las siete preguntas del RCM

Tabla 2. Las siete preguntas del RCM y su finalidad

Pregunta	Finalidad
¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?	Identificar las funciones del equipo
¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?	Establecer las fallas funcionales
¿Cuál es la causa de cada falla funcional?	Identificar los modos de fallas presentes
¿Qué sucede cuando ocurre una falla funcional?	Registrar los efectos de la falla
¿En qué sentido es importante cada falla?	Determinar consecuencia de la falla
¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?	Establecer las tareas necesarias para evitar fallas funcionales
¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?	Decidir entre rediseño, cambiar o llevar a falla si las condiciones lo ameritan.

Como puede verse, son preguntas lógicas, de sentido común y que en la mayoría de los casos no requiere de alta tecnología para encontrar la respuesta. Las mejores respuestas estarán basadas en el conocimiento, ya sea tácito o explícito, que se tenga del equipo o sistema analizado. Requerirá si, un muy buen manejo de los datos y de la estructuración de cada respuesta, en especial, la estructuración que se haga a las dos últimas respuestas ya que corresponderán a las tareas de mantenimiento que luego irán a cargarse en el sistema de información de mantenimiento.

Seguir las preguntas por si solas no es el método. Deben realizarse varios pasos, tanto previos como durante y después del proceso, denominados pasos del proyecto, los cuales se muestran a continuación:

Preliminares a los talleres

- Preparación del estudio
- Recolección y análisis de datos
- Taxonomía de la planta, selección de objetos para estudio
- Definición de fronteras e interfaces

Talleres para responder las preguntas

- Definición de funciones
- Análisis de fallas funcionales
- Análisis de modos de falla
- Análisis de efectos
- Análisis de criticidad (RIESGO)
- Selección de tareas de mantenimiento
- Determinación de la frecuencia
- Definir un plan preliminar

Aplicación de los resultados

- MCC arranque en vivo de los resultados (CMMS)
- Aplicación general (El proyecto con cubrimiento completo)

Cada paso debe generar un producto, los cuales son:

- Definiciones preliminares, entrenamiento y contrato al facilitador (si se requiere)
- Realimentación de datos técnicos de equipos y procesos
- Inventario maestro de equipos y sistemas
- Realimentación de datos de proceso y de equipos
- Listado de funciones
- Listado de fallas funcionales

- Listado de modos de falla
- Descripción de efectos con todos sus datos
- Listado de funciones, fallas y modos de fallas clasificados por criticidad
- Listado de tareas
- Asignación de frecuencia por tarea
- Plan de mantenimiento inicial (agrupación por procedimientos si es necesario)
- Datos cargados en el sistema de información y primer compromiso de ejecución
- Plan de cubrimiento ajustado

2.5. CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD

Es importante y esencial para cualquier profesional dedicado a un área específica que conocer y entender los términos y conceptos relacionados con su trabajo, en mantenimiento existen, varios términos y conceptos importantes que deben conocer y manejar, pero sin duda los esenciales son los de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.

Estos conceptos han sido, son y seguirán siendo los elementos centrales para el control y evaluación de la gestión de mantenimiento en cualquier parte del mundo y están vinculados con indicadores de gestión y con la generación de cultura de mantenimiento y confiabilidad en las empresas.

Según el Estándar ISO/DIS 14224 – 2004 las definiciones de Confiabilidad y Disponibilidad son las siguientes:

Confiabilidad: Es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.

Disponibilidad: Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

Es decir, cuando hablamos de confiabilidad el componente trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras la función del componente no se interrumpe, el componente se pone en operación (arriba) y se mantiene arriba. Por otra parte cuando hablamos de disponibilidad el componente es puesto arriba en un instante dado y no importa lo que pase después, la función del componente puede ser interrumpida sin ningún problema.

Las ecuaciones matemáticas que se utilizan en el ámbito operacional para el cálculo de estos dos parámetros, en función de los tiempos de mantenimiento:

- La confiabilidad operacional C_o

$$C_o = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

- La disponibilidad Operacional D_o

$$D_o = \text{MUT} / (\text{MUT} + \text{MTTR})$$

Donde:

- MTTR^5 (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar

$$\text{MTTR} = (\text{Tiempo Total en Intervenciones} / \text{Número de Intervenciones})$$

- MTBF^6 (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo promedio entre Fallas

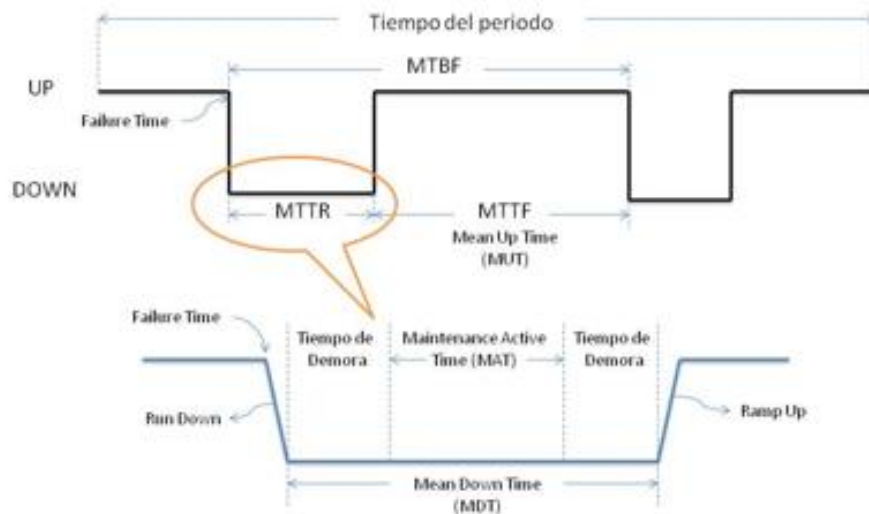
$$\text{MTBF} = (\text{Tiempo de Operación} / \text{Número de Fallas})$$

⁵ MTTR: Mean Time To Repair

⁶ MTBF: Mean Time Between Failure

- MUT (Mean Up Time): es Tiempo Promedio en Operación (arriba) o Tiempo promedio para fallar (MTTF).

Figura 19. Tiempos de mantenimiento



Fuente: <http://mantenancela.blogspot.com.co/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>

Como podrán darse cuenta hemos incorporamos a esta discusión los términos fallas y reparación.

De las ecuaciones anteriores tenemos que la de Confiabilidad está regida por el tiempo entre fallas (MTBF) el cual involucra la ocurrencia de esta, mientras que la de Disponibilidad tiene que ver con los tiempos de operación (MUT) y los tiempos fuera de servicio (MTTR), estos últimos pueden o no tomar en cuenta a los tiempos dedicados a los mantenimientos preventivo, las actividades de mantenimiento correctivos programados y las reparaciones de fallas de los componentes.

Dicho lo anterior podemos reformular la explicación inicial diciendo que cuando hablamos de confiabilidad nos referimos a los tiempos que involucran la ocurrencia de una falla y cuando hablamos de disponibilidad nos referimos a los tiempos de operación y fuera de servicio de los componentes, incluyendo o no los PM, CM y las fallas.

Mantenibilidad es definida por la ISO/DIS 14224, como la capacidad (o probabilidad si se habla en términos estadísticos), bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados. Esto quiere decir, que si un componente tiene un 95% de Mantenibilidad en una hora, entonces habrá 95% de probabilidad de que ese componente sea reparado exitosamente en una hora.

La ecuación clásica de la Mantenibilidad es:

$$M(t) = 1 - e^{-(\mu t)}$$

Cuando μ o rata de reparación es constante.

El MTTR (Mean Time To Repair) es el tiempo promedio para reparar de un componente cuando este falla, es parte del tiempo promedio arriba o en servicio (MDT) y es un indicador directo de la Mantenibilidad.

Se puede definir la rata de reparación (μ) en función del MTTR como:

$$\mu = 1/\text{MTTR}$$

La rata de reparación es un parámetro el cual permite evaluar la probabilidad que tiene un componente a ser reparado y juega un papel exactamente similar a la rata de falla ($\lambda = 1/\text{MTBF}$) para el cálculo de la confiabilidad.

Se puede decir entonces que la Mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido para realizar las actividades de Mantenimiento. Puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr acometer las acciones de mantenimiento en relación con la obtención del comportamiento deseable de un componente.

Existen dos tipos de Mantenibilidad: la intrínseca, que está relacionada al aspecto de diseño de una instalación y que hace una consideración sobre como las características de diseño ayudan al mantenimiento de un componente (accesibilidad y facilidades para el mantenimiento) y la extrínseca, que considera el contexto de dependencia de la gestión de mantenimiento cuando se repara un componente (logística, organización de las tareas, aislamiento, entrega de los equipos etc.), estas dos diferenciaciones deben considerarse al analizar los factores que afectan a la Mantenibilidad.

3. MARCO LEGAL

3.1. LEGISLACIÓN NACIONAL

- **Ley No. 1341 del 30 de Julio de 2009**

Objeto: Determina el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las tecnologías de la Información y las Comunicaciones, su ordenamiento general, el régimen de competencia, la protección al usuario, así como lo concerniente a la cobertura, la calidad del servicio, la promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro electromagnético, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información.

- **Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)**

En cumplimiento del artículo 2° de la Constitución Nacional, les corresponde a las autoridades de la República proteger a todas las personas residentes en Colombia en su vida, honra y bienes. En tal sentido el Ministerio de Minas y Energía como máxima autoridad en materia energética, adopta los reglamentos técnicos orientados a garantizar la protección de la vida de las personas contra los riesgos que puedan provenir de los bienes y servicios relacionados con el sector a su cargo.

El conocimiento de las leyes físicas que regulan la electricidad en los dos últimos siglos ha permitido grandes avances tecnológicos y una alta dependencia de esta forma de energía. Igualmente, este desarrollo científico y tecnológico ha permitido ver como la vida humana, animal o vegetal, tiene asociados procesos energéticos en su mayoría con manifestaciones eléctricas,

cuyos valores de tensión y corriente son tan pequeños que los hace fácilmente alterables cuando el organismo es sometido a la interacción de energía eléctrica de magnitudes de mayor valor, como las aplicadas usualmente en los procesos domésticos, industriales o comerciales. Es por esto que este reglamento establece los requisitos que deben cumplir los materiales, equipos e instalaciones, así como la obligatoriedad de evaluar los riesgos de origen eléctrico y tomar las medidas necesarias para evitar que tales riesgos se materialicen en incidentes o accidentes y conocer y acatar tales requisitos será la mejor opción de aprovechar las ventajas de la electricidad, sin que esta cause daños.

Teniendo en cuenta principios generales que orientan la gestión del riesgo, como son los de: igualdad, protección, solidaridad social, auto conservación, participación, diversidad cultural, interés público o social, precaución, sostenibilidad ambiental, gradualidad, coordinación, concurrencia, subsidiariedad y oportuna información. Se espera que todos los habitantes del territorio nacional, apoyen una gestión de los riesgos de origen eléctrico y actúen bajo los principios antes señalados, tanto en lo personal como en lo social, aplicándolos a los bienes utilizados en las instalaciones eléctricas y en los procedimientos propios de los servicios de diseño, construcción, operación y mantenimiento de dichas instalaciones.

El esquema actual del comercio mundial no permite restricciones innecesarias al mercado de bienes y servicios y sólo se pueden aceptar aquellas que salvaguarden intereses legítimos del país, siempre que se hagan mediante reglamentos técnicos sometidos previamente a discusión pública, a notificación internacional y a publicación, con tales condiciones los reglamentos técnicos son de obligatorio cumplimiento en el país que los emita.

En el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de

las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad. Se espera que al aplicar tales preceptos con ética, conciencia y disciplina por todas las personas, que intervengan, los usuarios de los bienes y servicios relacionados con la electricidad, así como los que los ejecutan estén exentos de los riesgos de origen eléctrico. Para efectos del presente reglamento, las palabras deber y tener, como verbos y sus conjugaciones, deben entenderse como “estar obligado”.

3.2. NORMAS Y TÉCNICAS INTERNACIONALES

- **International Electrical Testing Association (NETA)**

La norma NETA (Asociación internacional de pruebas eléctricas) proporciona los criterios mostrados en la tabla 3, que ayudan a determinar el grado de criticidad de un problema eléctrico en base a la medida de temperatura con una cámara infrarroja, indicando las acciones sugeridas basadas en los incrementos de temperatura.

Tabla 3. Acciones sugeridas basadas en incrementos de temperatura

Diferencia de temperatura basada en comparaciones entre componentes similares, bajo condiciones de carga	Diferencia de temperatura basada en comparaciones entre componentes y la temperatura ambiente	Acción recomendada
1°C – 3°C	1°C – 10°C	Posible deficiencia
4°C – 15°C	11°C – 20°C	Probable deficiencia
-- --	21°C – 40°C	Deficiencia
> 15°C	>40°C	Mayor deficiencia

Fuente: NETA. Inspecciones termografía Tabla 10.18.

Definiciones:

- Posible deficiencia: requiere seguimiento (monitorización).
- Probable deficiencia: reparar como el tiempo lo permita
- Deficiencia: monitorizar constantemente hasta que hayan terminado las medidas correctivas
- Deficiencia mayor: reparar inmediatamente

Sin embargo, como apoyo a estos criterios de diagnóstico es conveniente tomar nota del nivel de carga del circuito, y del nivel de balance de corrientes en sistemas trifásicos.

Según esta norma, el reporte de termografía debe incluir lo siguiente:

- Descripción del equipo a ser inspeccionado.
- Discrepancias.
- Diferencia de temperatura entre el área concerniente y el área de referencia
- Causa probable de la diferencia de temperatura.
- Áreas inspeccionadas. Identificar las áreas y equipos inaccesibles y/o no observables.
- Identificar las condiciones de carga en el momento de la inspección.
- Tomar fotografías y/o termogramas del área deficiente.
- Acción recomendada.

- **Occupational Safety Health Administration (OSHA):**

La norma OSHA (administración de seguridad y salud ocupacional) establece que se puede minimizar el riesgo de heridas en una descarga de arco eléctrico simplemente ubicándose a una distancia prudente de la zona de arco. Las distancias mínimas para realizar una inspección termográfica, están definidas en la tabla 4.

Tabla 4. Distancias mínimas de seguridad para inspecciones Termográficas

TENSIÓN	DISTANCIA MÍNIMA DE SEGURIDAD
300V - 750V	1 m
750V - 2kV	1,2 m
2kV - 15kV	5 m
15kV - 36kV	5,8 m

Fuente: Norma OSHA

- **ANSI/NFPA 70E-1994**

Esta norma trata sobre la seguridad en el sitio de trabajo cuando se realiza una inspección termografica.

- **ASTME 1934 Rev. A (American Society for Testin and Materials)**

Norma para examinar equipo eléctrico y mecánico

- **IEEE Std C57.104 2008 Guía de IEEE para la Interpretación de los gases generados en los transformadores sumergidos en aceite**

Se describen procedimientos detallados para el análisis de gases generados al interior de los transformadores, así como gas disuelto en aceite. Los procedimientos se refieren a: 1) la calibración y el uso de instrumentos de campo para detectar y estimar la cantidad de gases combustibles presentes en el aceite 2) el uso de instrumentos fijos para detectar y determinar la cantidad de gases combustibles presentes en el equipo 3) la obtención de muestras de gas y aceite del transformador para análisis de laboratorio; 4) métodos de laboratorio para el análisis y, 5) la interpretación de los resultados en términos de capacidad de servicio del transformador. La intención es proporcionar al operador la información útil relativa a la capacidad de servicio del equipo.

- **IEEE Std C57.106 2006 Guía de IEEE para la aceptación y mantenimiento del aceite aislante en transformadores**

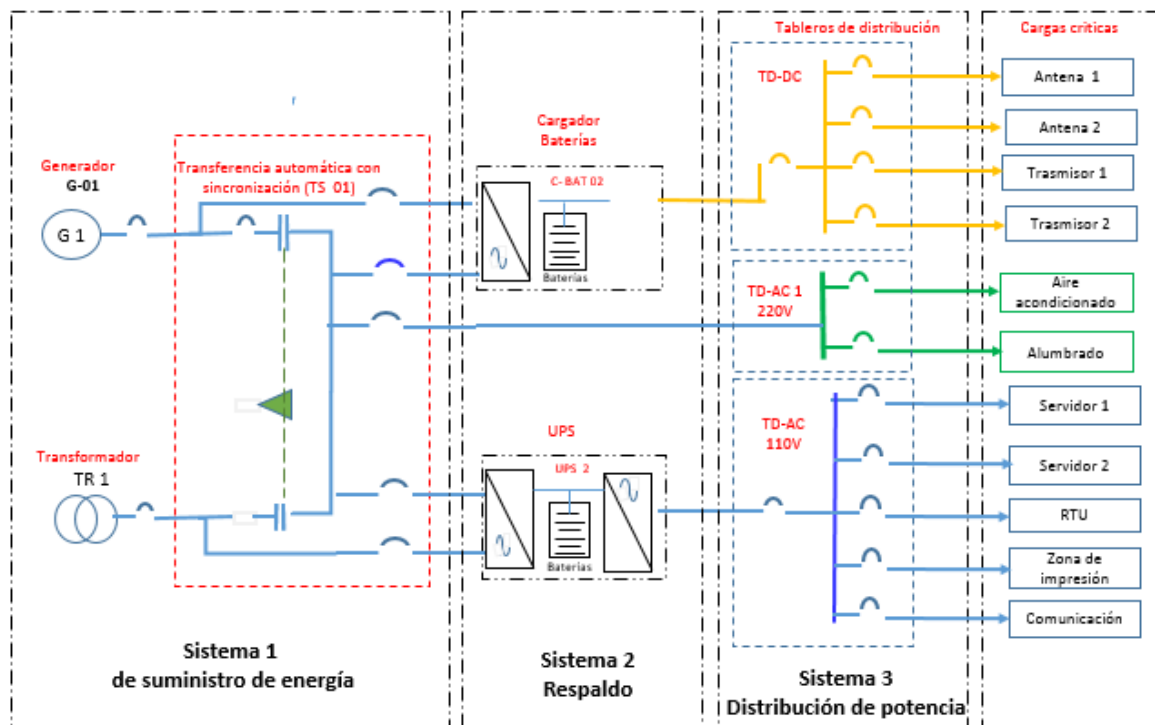
En esta guía se hacen las recomendaciones relativas a las pruebas de aceite y procedimientos de evaluación; se hace referencia a los métodos de reacondicionamiento y la recuperación de aceites aislantes dieléctricos convencionales de petróleo (mineral); los niveles a los cuales son necesarios estos métodos; y las rutinas para la restauración de resistencia a la oxidación, en caso necesario, por la adición de inhibidores de la oxidación. La intención es ayudar al operador de equipo en la evaluación de la capacidad de servicio a los aceites recibidos en el equipo, el aceite que se recibe del proveedor para el llenado de nuevos equipos en el lugar de la instalación, y aceite usado o procesado en dicho equipo; y para ayudar al operador a mantener el aceite en condiciones de servicio.

4. DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO (RCM)

4.1. DEFINICIÓN DE FRONTERAS

Los equipos involucrados en telecomunicaciones, de los cuales se ha hablado en la presente monografía, se relacionan en el siguiente diagrama (figura 20)

Figura 20. Diagrama definición de fronteras



Dichos equipos están comprendidos desde el suministro de energía eléctrica a través de la subestación o sistema equivalente, hasta la alimentación de los equipos de telecomunicación, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y su alta disponibilidad.

4.2. ÁRBOL DE EQUIPOS

No existe un criterio común respecto a la clasificación de los equipos, e incluso existe discrepancias entre los ingenieros, sobre cómo debe estructurarse un árbol jerárquico de los activos de una organización. Sin embargo es posible encontrar tres claras tendencias que permiten realizar un ordenamiento: uno de tipo funcional, otro ligado al proceso por ultimo guiándose por su ubicación espacial.¹

Según la norma ISO 14224, la taxonomía es una clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos, basándose en factores posiblemente comunes a varios elementos (ubicación, uso, equipo de subdivisión, etc.). Comúnmente también son llamados arboles de equipos, por su característica jerarquizada de acceder a un archivo.

Para identificar cada uno de los activos de manera única por la organización, se agrega una codificación que sea compatible con el sistema de gestión de mantenimiento instalado.

A continuación se relaciona el árbol de equipos para un nodo de telecomunicaciones XYZ:

Tabla 5. Árbol de equipos Nodo XYZ

INDUSTRIA	INSTALACION	PLANTA	SISTEMA	SUBSISTEMA	ITEM MANTENIBLE
TELECOMUNICACIONES	SEDE BOGOTA	NODO XYZ	SISTEMA ELECTRICO PRINCIPAL	SUMINISTRO DE ENERGIA RED COMERCIAL	TR-01 TRANSFORMADOR DE POTENCIA (INMERSOS EN ACEITE)
				SUMINISTRO DE ENERGIA DE EMERGENCIA	GE-01 GENERADOR DE EMERGENCIA
				TRANSFERENCIA AUTOMATICA	TF-01 TRANSFERENCIA AUTOMATICA RED – GENERADOR
			SISTEMA DE SISTRIBUCCION DE ENERGIA	TRANFORMADORES DE DISTRIBUCCION	TR-02 TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCCION (SECO)
				TABLEROS DE DISTRIBUCCION DE ENERGIA AC	TDN-AC1 TABLERO DE DISTRIBUCCION DE ENERGIA NORMAL

Continuación Tabla 5.

					TDR-AC1 TABLERO DE DISTRIBUCCION DE ENERGIA REGULADA
				TABLEROS DE DISTRIBUCCION DE ENERGIA DC	TD-DC1 TABLERO DE DISTRIBUCCION DE ENERGIA DC
			SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA AC	SISTEMAS ININTERRUMPIDOS DE POTENCIA (SAI – UPS)	UPS-01 – PRINCIPAL
					UPS-02 – BACKUP
				BANCOS DE BATERIAS UPS	BAT-01 BANCO DE BATERIAS UPS 01
					BAT-02 BANCO DE BATERIAS UPS 02
			SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA DC	RECTIFICADORES AC / DC	RECT-01 RECTIFICADOR PRINCIPAL
					RECT-01 RECTIFICADOR BACKUP
				BANCOS DE BATERIAS RECTIFICADORES	BAT-03 BANCO DE BATERIAS RECT-01 UPS 01
					BAT-04 BANCO DE BATERIAS RECT-01 UPS 02
			SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	EQUIPOS DE COMUNICACIONES	ANTENA 1
					ANTENA 2
					MODEM 1
					MODEM 2
					MODEM 3
					RADIO 1
					RADIO 2
					MULTIPLEXOR
					SWITCHE 1
					SWITCHE 2
					SWITCHE 3
				EQUIPOS DE COMPUTO	SERVIDOR 1
					SERVIDOR 2
					DESKTOP 1
					DESKTOP 2
					DESKTOP 3

4.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el análisis de criticidad ayuda a determinar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad operacional, entendiéndose confiabilidad operacional como: la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico en un tiempo determinado.

El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde esta óptica existen una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización.

La metodología utilizada para el análisis es el “modelo de criticidad semicuantitativo (matriz de criticidad por riesgo ponderado). El modelo propuesto está basado en la estimación del factor Riesgo a través de las siguientes expresiones:

$$\text{Riesgo} = \text{FF} \times \text{C}$$

Dónde:

FF = Frecuencia de fallos (número de fallas en un tiempo determinado)
C = Consecuencias de los fallos

En donde la ponderación de las consecuencias está dada por el cliente y se tienen en cuenta los siguientes factores a analizar:

- Impacto a las personas
- Impacto al medio ambiente
- Costos de la falla
- Imagen de la empresa.

Tabla 6. Matriz de criticidad por riesgo ponderado

CONSECUENCIAS				CONSECUENCIA	PROBABILIDAD					
HUMANAS	AMBIENTALES	COSTOS	IMAGEN		IMPOSIBLE	IMPROBABLE	REMOTO	OCASIONAL	MODERADO	FRECUENTE
Mas de un muerto	Efectos irreversibles	>100	Internacional	Catastrofico	1 A1	B1	C1	D1	E1	F1
Incapacidad permanente	Efectos irreversibles en menos de 2 años	ENTRE 100M - 10M	Nacional	Critico	2 A2	B2	C2	D2	E2	F2
Incapacidad temporal	Efectos reversibles en menos de 6 meses	ENTRE 10 M- 1M	Regional	Marginal	3 A3	B3	C3	D3	E3	F3
Lesiones	Efectos pueden ser controlados	ENTRE 1M-.05M	Local	Insignificante	4 A4	B4	C4	D4	E4	F4
Ninguna	No afecta el medio ambiente	<0.05M	Ninguno	Ninguno	5 A5	B5	C5	D5	E5	F5
					> 10 Años	< 10 Años	< 5 Años	< 2 Años	< 6 Meses	± 1 Mes
					A	B	C	D	E	F

Tabla 7. Matriz de criticidad de sistemas de telecomunicaciones

ITEM	DESCRIPCION COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	CRITICIDAD				CRITICIDAD
				HUMANAS	AMBIENTALES	COSTOS	IMAGEN	
1	Subestación o pósito	Transportar energía eléctrica de la red eléctrica comercial hacia el nodo	Falla en el suministro Mayor a 4 Horas	D5	C5	D3	D2	D2
		Recepcionar la energía eléctrica proveniente de la red de distribución		D5	C5	D3	D2	D2
		Interrumpir el suministro de energía en caso de un fallo		D5	C5	D3	D2	D2
2	Transformadores de potencia (inmersos en aceite dieléctrico)	Convertir la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión a energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética	No transformar el nivel de tensión requerido	D5	C5	C2	D2	D2
				D5	C5	C2	D2	D2
				D5	C5	C2	D2	D2
3	Transformadores de distribución (secos)	Convertir la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión a energía alterna de otro nivel de	No transformar el nivel de tensión requerido	D5	C5	C2	D2	D2

Continuación Tabla 7.

		tensión, por medio de interacción electromagnética		D5	C5	C2	D2	D2
				D5	C5	C2	D2	D2
4	Generadores de emergencia	Entregar energía eléctrica en caso de falla del suministro de energía	No suministrar energía al sistema ante un requerimiento	D5	B5	C2	D2	D2
				D5	D4	C2	D2	D2
				D5	B3	C2	D2	D2
5	Transferencia red a generadores	Transferir la energía eléctrica proveniente de la red eléctrica a la energía proveniente del generador	No realiza transferencia de carga	B5	B5	C2	C2	C2
		Transferir la energía eléctrica proveniente del generador a la energía proveniente de la red de distribución		B5	B5	C2	C2	C2
6	Tableros de distribución	Distribuir la energía eléctrica a los diferentes circuitos del nodo de telecomunicaciones	No suministra alimentación de voltaje a los equipos	B5	B5	B4	B4	B4
		Interrumpir el suministro de energía en caso de un fallo de los equipos o de los circuitos asociados	No cumple con la función de corte de energía	B5	B5	B4	B4	B4
7	Sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS)	Suministrar energía eléctrica alterna regulada en caso del fallo en el suministro	No Suministra energía eléctrica alterna regulada en caso del fallo en el suministro	C5	C5	C3	C2	C2

Continuación Tabla 7.

		Entregar energía eléctrica alterna regulada a los sistemas de comunicaciones	No entregar energía eléctrica alterna regulada a los sistemas de comunicaciones	C5	C5	C3	C4	C3
8	Rectificadores de 24 y 48vdc	Convertir una señal de corriente alterna (AC) de entrada a una señal de corriente directa (DC) a la salida	No entrega Voltaje DC No almacena, ni suministra energía al sistema	C5	C5	C3	C2	C2
		Suministrar energía eléctrica DC a los sistemas de telecomunicaciones		C5	C5	C3	C4	C3
9	Bancos de baterías (UPS y rectificadores)	Suministrar energía eléctrica DC a los sistemas de telecomunicaciones	No suministrar energía DC a equipos ante una falla del fluido eléctrico.	C5	C5	C3	C5	C2
		Suministrar energía eléctrica DC a la UPS		C5	C5	C3	C5	C2
10	Aires acondicionados de precisión	Mantener una temperatura promedio de 20 a 25°C a los equipos de cómputo y de telecomunicaciones	No mantiene la Temperatura adecuada	B5	B5	D3	D5	D5
			Trabaja únicamente en modo ventilación	B5	B5	D3	D5	D5
			Equipo no arranca	B5	B5	D3	D5	D5
11	Equipos de cómputo, servidores, módems, Switches, Tranceivers	Procesar la información de los equipos de telecomunicaciones	No procesar las información de voz y datos	B5	B5	D3	C2	C2
		Procesar la información de los equipos de telecomunicaciones		B5	B5	D3	C2	C2
12	Sistemas de Iluminación	Suministrar Iluminación a las áreas de proceso y administrativas	Ausencia de Iluminación	B5	B5	B4	C5	B4
13	Antena de Comunicación	Establecer comunicación del sistema	Fallo en la comunicación	B5	B5	D3	C2	C2

Continuación Tabla 7.

		Enviar data adquirida	Interferencia, Repetición en comunicación	B5	B5	D3	C2	C2
14	Sistema de Puestas a Tierra	Protección de equipos y personas	Equipos y persona sin protección	D5	C5	D3	D2	D2
				B1	C5	C2	C2	C2

4.4. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLO (AMEF)

Tabla 8. Análisis y modos de falla sistemas de telecomunicaciones

ITEM	DESCRIPCION COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFFECTO
1	Subestación o pósito	Transportar energía eléctrica de la red eléctrica comercial hacia el nodo	Falla en el suministro Mayor a 4 Horas	Parámetros por fuera de límites operacionales (Alto/ Bajo Vol/ Sobre corriente)	Daño de equipos por oscilaciones Alto/bajo Voltaje
		Recepcionar la energía eléctrica proveniente de la red de distribución		Problemas menores (piezas flojas, decoloración, contaminación, etc.)	
		Interrumpir el suministro de energía en caso de un fallo		Falla en parada por demanda (Fusible abiertos)	Ausencia de tensión en el sistema
2	Transformadores de potencia (inmersos en aceite dieléctrico)	Convertir la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión a energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética	No transformar el nivel de tensión requerido	Daño en el devanado	Mal funcionamiento o no funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones
				Alta temperatura en devanado	Ductos de refrigeración obstruidos
				Falso contacto en los bujes de alta y baja	Sobre corriente a la entrada o a la salida del transformador
3	Transformadores de distribución (secos)	Convertir la energía eléctrica alterna de un nivel de tensión a energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética	No transformar el nivel de tensión requerido	Daño en el devanado	Mal funcionamiento o no funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones
				Falso contacto en los bujes de alta y baja	Sobre corriente a la entrada o a la salida del transformador
				Alta temperatura en devanado	Sistema de refrigeración deficiente
4	Generadores de emergencia	Entregar energía eléctrica en caso de falla	No suministrar energía al sistema	Falla al arrancar	Ausencia de tensión en el sistema

Continuación Tabla 8.

		del suministro de energía	ante un requerimiento	Fuga externa de fluido utilitario (aceite hidráulico, lubricante, etc.) Parámetros por fuera de límites operacionales Daño severo (fractura, explosión, etc.)	Vibración Señal/indicación/alarma errónea Alta temperatura del motor
				Alta temperatura en devanados, corto circuito, sobre corriente	Ausencia de tensión en el sistema
5	Transferencia red a generadores	Transferir la energía eléctrica proveniente de la red eléctrica a la energía proveniente del generador	No realiza transferencia de carga	Alta temperatura en conexiones de potencia	Soltura de conexiones de potencia
		Transferir la energía eléctrica proveniente del generador a la energía proveniente de la red de distribución		Fallas en el mecanismo de disparo	Falla en la bobina de cierre o disparo
6	Tableros de distribución	Distribuir la energía eléctrica a los diferentes circuitos del nodo de telecomunicaciones	No suministra alimentación de voltaje a los equipos	Alta temperatura en conexiones de potencia	Soltura de conexiones de potencia
		Interrumpir el suministro de energía en caso de un fallo de los equipos o de los circuitos asociados	No cumple con la función de corte de energía	Sobrecalentamiento de Barraje principal	Caída de Tensión, Sobrecalentamiento de bornes
7	Sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS)	Suministrar energía eléctrica alterna regulada en caso del fallo en el suministro	No Suministra energía eléctrica alterna regulada en caso del fallo en el suministro	Falla en baterías	Ausencia de tensión en el sistema
		Entregar energía eléctrica alterna regulada a los sistemas de comunicaciones	No entregar energía eléctrica alterna regulada a los sistemas de comunicaciones	Tarjeta electrónica quemada o defectuosa	
8	Rectificadores de 24 y 48vdc	Convertir una señal de corriente alterna (AC) de entrada a una señal de corriente directa (DC) a la salida	No entrega Voltaje DC No almacena, ni suministra energía al sistema	Tarjeta electrónica quemada o defectuosa	Ausencia de tensión en el sistema
		Suministrar energía eléctrica DC a los sistemas de telecomunicaciones		Alta temperatura en conexiones de potencia	

Continuación Tabla 8

9	Bancos de baterías (UPS y rectificadores)	Suministrar energía eléctrica DC a los sistemas de telecomunicaciones	No suministrar energía DC a equipos ante una falla del fluido eléctrico.	batería defectuosa o dañada	Ausencia de tensión en el sistema
		Suministrar energía eléctrica DC a la UPS		Batería abierta	
10	Aires acondicionados de precisión	Mantener una temperatura promedio de 20 a 25°C a los equipos de cómputo y de telecomunicaciones	No mantiene la Temperatura adecuada	Daño severo en el compresor	Alta temperatura en los equipos de telecomunicaciones
			Trabaja únicamente en modo ventilación	Fuga del refrigerante	
			Equipo no arranca	Daño severo en el sistema de control	
11	Equipos de cómputo, servidores, módems, Switches, Tranceivers	Procesar la información de los equipos de telecomunicaciones	No procesar las información de voz y datos	Daño severo en componentes electrónicos	Pérdida de comunicaciones
		Procesar la información de los equipos de telecomunicaciones		Daño en ventiladores	
12	Sistemas de Iluminación	Suministrar Iluminación a las áreas de proceso y administrativas	Ausencia de Iluminación	Daño de luminaria	Daño de luminaria Baja o nula iluminación
13	Antena de Comunicación	Establecer comunicación del sistema	Fallo en la comunicación	Baja Potencia de la Señal	No permite establecer comunicación
		Enviar data adquirida	Interferencia, Repetición en comunicación	Falsa Indicación de Señal	Dualidad y Repetición de la Señal
14	Sistema de Puestas a Tierra	Protección de equipos y personas	Equipos y persona sin protección	Sobre tensión por descargas atmosféricas en la red	Daño en los equipos por sobre tensiones inducidas
					Lesiones a personas por sobre tensión de paso

4.5. TAREAS DE MANTENIMIENTO

Tabla 9. Tareas de mantenimiento sistemas de telecomunicaciones

ITEM	DESCRIPCION COMPONENTE	DESCRIPCION ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA DE RUTINAS						TIPO DE MANTENIMIENTO	RECURSOS REQUERIDOS
			Mensual	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual	Condición		
1	Subestación o pósito	Inspección y Limpieza de contactos y accesorios				X			Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Inspección termográfica				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista II
		Cambio de fusibles						X	Correctiva	1 Especialista 1 Electricista I
2	Transformadores de potencia (inmersos en aceite dieléctrico)	Rutina trimestral de toma de parámetros (corrientes, voltajes, etc.), inspección visual, ajuste de conexiones,			X				Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Inspección termografica				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
		Toma de muestra de aceite para análisis de condición del transformador					X		Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
3	Transformadores de distribución (secos)	Rutina trimestral de toma de parámetros (corrientes, voltajes, etc.), inspección visual, ajuste de conexiones,			X				Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Inspección termografica				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I

Continuación Tabla 9.

4	Generadores de emergencia	Pruebas funcionales (arranques y toma de parámetros operacionales)	X						Preventivo	1 Electricista I 1 Mecánico I
		Análisis de vibraciones				X			Predictivo	1Analista de vibraciones 1 Mecánico I
		Inspección Termografica,				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
		Medición del aislamiento de los devanados del generador				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
5	Transferencia red a generadores	Realizar limpieza general , lubricación de partes móviles, pruebas bobinas de cierre y disparo, pruebas de integridad de contactos, pruebas funcionales			X				Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Inspección Termografica				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
6	Tableros de distribución	Inspección y retorqueo de bornes.					X		Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Inspección Termografica				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
7	Sistemas ininterrumpidos de potencia (UPS)	Rutina trimestral de toma de parámetros (corrientes, voltajes, etc.), inspección visual, ajuste de conexiones, limpieza interna ya externa y pruebas funcionales			X				Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Análisis de predictivo de baterías Pruebas funcionales de descarga a baterías				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
8	Rectificadores de 24 y 48vdc	Rutina trimestral de toma de parámetros (corrientes, voltajes, etc.), inspección visual, ajuste de conexiones, limpieza interna ya externa y pruebas funcionales			X				Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Inspección Termografica				X			Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I

Continuación Tabla 9.

9	Bancos de baterías (UPS y rectificadores)	Análisis de condición del banco de baterías		X					Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista I
		Rutina trimestral de verificación de los parámetros (tensión, corriente), niveles de electrolito, Inspección y retorqueo de bornes.			X				Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
10	Aires acondicionados de precisión	Rutina mensual de toma de parámetros, inspección visual, verificación refrigerante.	X						Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Rutina trimestral de toma de parámetros, inspección visual, limpieza interna, cambio de filtros, verificación refrigerante.			X				Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Mantenimiento mayor					X		Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
11	Equipos de cómputo, servidores, módems, Switches, Tranceivers	rutina trimestral de limpieza interna y externa, verificación de conexiones y actualizaciones			X				Preventivo	1 Electricista II
		Reemplazo de ventiladores						X	Condición	
12	Sistemas de Iluminación	Reparación y cambio de luminarias						X	Condición	1 Electricista II
13	Antena de Comunicación	Realizar inspección y limpieza general, ajuste de conexiones. Medidas de parámetros de los canales análogos y canales auxiliares					X		Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Realizar inspección y limpieza general, ajuste de conexiones. Medidas de parámetros equipos auxiliares					X		Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II

Continuación Tabla 9.

14	Sistema de Puestas a Tierra	Realizar inspección visual, limpieza general y ajuste de conexiones. Medidas de resistencia de la malla					X		Preventivo	1 Electricista I 1 Electricista II
		Realizar medición de equipotencialidad y resistencia del SPT					X		Predictivo	1 Analista CBM Eléctrico 1 Electricista II

5. IMPLEMENTACION

Una vez se ha realizado el diseño de las estrategias de mantenimiento para los diferentes equipos del sector de telecomunicaciones, el siguiente paso es diseñar una estrategia para la implementación de este servicio, es decir salir al mercado a ofrecer y posicionar el servicio. Para esto se realizará una metodología que consiste en realizar una investigación de mercados, definir el mercado al cual dirigirse, analizar nuestro público objetivo, de tal manera que en base a dicho análisis podamos diseñar estrategias que nos permitan satisfacer sus necesidades, y por ultimo poner en marcha la estrategia en base a todo lo anterior.

Para esto se define también una base de datos de empresas del sector de telecomunicaciones, de acuerdo a los datos encontrados en CCIT (Cámara colombiana de informática y telecomunicaciones).

5.1. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

La investigación de mercados⁷ es el proceso a través del cual se recolecta determinada información procedente del mercado, se analiza dicha información y, en base a dicho análisis, se toman decisiones o diseñan estrategias.

La profundidad de una investigación de mercados, así como la necesidad de ésta pueden ser diversas, pudiendo ir desde una investigación un tanto informal que nos permita conocer mejor a nuestros clientes a través de pequeñas encuestas, hasta una investigación formal, costosa y de varios meses de duración que nos permita comprobar una hipótesis de mercado.

⁷ <http://www.crecenegocios.com/como-hacer-una-investigacion-de-mercados>

Figura 21. Investigación de mercados



Fuente: <https://rrmarketingconsulta.wordpress.com/2015/06/09/marketing-diferencia-entre-investigacion-de-mercado-y-estudio-de-mercado/>

A continuación se detallan los pasos necesarios para hacer una investigación de mercados:

5.1.1. Determinar la necesidad de la investigación

El primer paso consiste en determinar la necesidad de la investigación; es decir, la razón por la cual se hace necesario realizarla. Generalmente, la necesidad de realizar una investigación de mercados surge como consecuencia de un problema o una oportunidad de negocio que se ha presentado.

Si surgiera un problema, podría haber la necesidad de realizar una investigación que permita hallar el motivo y la solución de éste, y si surgiera una oportunidad, podría haber la necesidad de realizar una investigación que permita determinar si realmente se trata de una oportunidad, y saber cómo se puede aprovechar al máximo.

5.1.2. Establecer los objetivos de la investigación

Una vez que se ha determinado la necesidad de realizar una investigación de mercados, el siguiente paso consiste en establecer los objetivos que tendrá la misma. Los objetivos de una investigación de mercados deben surgir como consecuencia de la necesidad de la investigación.

Si la necesidad surgió como consecuencia de un problema, los objetivos podrían estar relacionados con hallar la causa y la solución del problema, y si la necesidad surgió como consecuencia de una oportunidad, los objetivos podrían estar relacionados con determinar la factibilidad de la idea, y con saber cómo aprovecharla al máximo.

5.1.3. Identificar la información que se va a recolectar

Una vez que se ha determinado la necesidad y los objetivos de la investigación, el siguiente paso consiste en identificar la información que vamos a necesitar y, por tanto, recolectar. La información a recolectar debe ser la que nos permita, una vez analizada, cumplir con la necesidad y los objetivos de la investigación.

5.1.4. Determinar las fuentes de información

Una vez que se ha identificado la información que vamos a recolectar para la investigación, el siguiente paso consiste en determinar las fuentes de donde vamos a obtener dicha información. Las fuentes de información se suelen clasificar en fuentes primarias y secundarias:

- **Fuentes primarias:** son fuentes que brindan información de “primera mano” para la investigación actual. Ejemplos de fuentes primarias son los consumidores, la competencia, los trabajadores de la empresa, los registros de la empresa, etc.

- **Fuentes secundarias:** son fuentes que brindan información que ya ha sido recolectada y utilizada para propósitos diferentes a la investigación actual. Ejemplos de fuentes secundarias son las bases de datos de la empresa, las entidades gubernamentales, los libros, los diarios, las revistas, etc.

5.1.5. Seleccionar y desarrollar las técnicas de recolección de información

Una vez que se ha determinado cuál será la información que vamos a recolectar, y de dónde la vamos a obtener, el siguiente paso consiste en determinar cómo la vamos a obtener; es decir, seleccionar y desarrollar las técnicas o métodos de recolección de información que vamos a utilizar. Entre las principales técnicas o métodos de recolección de información utilizados en una investigación de mercados están la encuesta, la entrevista, la observación, la prueba de mercado, el focus group y el sondeo.

5.1.6. Recolectar la información

Una vez que se ha determinado la información que vamos a recolectar, las fuentes de dónde la vamos a obtener, y las técnicas o métodos de recolección de información que vamos a utilizar, el siguiente paso consiste en hacer efectiva la recolección de la información. Para ello, previamente se nombra a los encargados o responsables de la recolección de la información, se capacitan en caso de ser necesario, y se determina el lugar o los lugares en donde se realizará, la fecha en que empezará y el tiempo que durará.

5.1.7. Analizar la información

Una vez que se ha recolectado la información requerida, el siguiente paso consiste en contabilizarla (conteo de datos), procesarla (clasificar los datos, tabularlos, codificarlos), interpretarla, analizarla y sacar nuestras conclusiones.

5.1.8. Tomar decisiones o diseñar estrategias

Finalmente, una vez que se ha analizado la información recolectada y obtenido nuestras conclusiones, el siguiente paso consiste en tomar decisiones o diseñar estrategias en base al análisis realizado y a las conclusiones obtenidas.

5.2. CONCEPTO Y ESTRATEGIAS DE MARKETING

Las estrategias de marketing, también conocidas como estrategias de mercadotecnia, estrategias de mercadeo o estrategias comerciales, consisten en acciones que se llevan a cabo para alcanzar determinados objetivos relacionados con el marketing, tales como dar a conocer un nuevo producto, aumentar las ventas o lograr una mayor participación en el mercado. Para formular o diseñar estrategias de marketing, además de tomar en cuenta nuestros objetivos, recursos y capacidad, debemos previamente analizar nuestro público objetivo, de tal manera que en base a dicho análisis podamos, por ejemplo, diseñar estrategias que nos permitan satisfacer sus necesidades o deseos, o que tomen en cuenta sus hábitos o costumbres.

Figura 22. Estrategias de marketing



Fuente: <http://www.crecenegocios.com/concepto-y-ejemplos-de-estrategias-de-marketing/>

Pero además de analizar nuestro público objetivo, también se debe previamente analizar la competencia, de tal manera que en base a dicho análisis se pueda, por ejemplo, diseñar estrategias que permitan aprovechar sus debilidades, o que se basen en las estrategias que estén utilizando y que mejores resultados les estén dando. Para una mejor gestión de las estrategias de marketing, éstas se suelen dividir o clasificar en estrategias destinadas a 4 aspectos o elementos de un negocio: estrategias para el producto, estrategias para el precio, estrategias para la plaza (o distribución), y estrategias para la promoción (o comunicación). Conjunto de elementos conocido como las 4 Ps o la mezcla (o el mix) de marketing (o de mercadotecnia).

A continuación algunos ejemplos de estrategias de marketing que se pueden aplicar para cada elemento que conforma la mezcla de marketing:

5.2.1. Estrategias para el producto

El producto es el bien o servicio que se ofrece o vende a los consumidores. Algunas estrategias que se pueden formular relacionadas al producto son:

- agregarle a nuestro producto nuevas características, atributos, beneficios, mejoras, funciones, utilidades, usos.
- cambiarle a nuestro producto el diseño, la presentación, el empaque, la etiqueta, los colores, el logotipo.
- lanzar una nueva línea de producto complementaria a la que ya tenemos; por ejemplo, si nuestro producto consiste en jeans para damas, podríamos lanzar una línea de zapatos o carteras para damas.
- ampliar nuestra línea de producto; por ejemplo, aumentar el menú de nuestro restaurante, o sacar un nuevo tipo de champú para otro tipo de cabello.
- lanzar una nueva marca (sin necesidad de sacar del mercado la que ya tenemos); por ejemplo, una nueva marca para nuestro mismo tipo de producto pero dedicada a un público con mayor poder adquisitivo.

- adicionarle a nuestro producto servicios complementarios; por ejemplo, la entrega del producto a domicilio, la instalación del producto, el servicio técnico o de mantenimiento, garantías, políticas de devoluciones.

5.2.2. Estrategias para el precio

El precio es el valor monetario que le asigna al producto al momento de ofrecerlo o venderlo a los consumidores. Algunas estrategias que se pueden diseñar relacionadas al precio son:

- lanzar al mercado un nuevo producto con un precio bajo con el fin de lograr una rápida penetración, una rápida acogida o hacerlo rápidamente conocido.
- lanzar al mercado un nuevo producto con un precio alto con el fin de aprovechar las compras hechas como producto de la novedad del producto.
- reducir precios con el fin de atraer una mayor clientela o incentivar las ventas.
- aumentar precios con el fin de lograr un mayor margen de ganancia.
- reducir precios por debajo de los de la competencia con el fin de bloquearla y ganarle mercado.
- aumentar precios por encima de los de la competencia con el fin de crear en nuestros productos una sensación de mayor calidad.
- ofrecer descuentos por pronto pago, por volumen o por temporada.

5.2.3 Estrategias para la plaza o distribución

La plaza o distribución hace referencia a las plazas o puntos de venta en donde el producto es ofrecido o vendido a los consumidores, así como a la forma en que es distribuido o trasladado hacia dichas plazas o puntos de venta. Algunas estrategias que se pueden establecer relacionadas a la plaza o distribución son:

- hacer uso de intermediarios (por ejemplo, agentes, distribuidores, minoristas) con el fin de lograr una mayor cobertura de nuestro producto.
- abrir un nuevo local comercial.
- crear una página web o una tienda virtual para nuestro producto.
- ofrecer o vender el producto a través de llamadas telefónicas, envío de correos electrónicos o visitas a domicilio.
- ubicar los productos en todos los puntos de venta habidos y por haber (estrategia de distribución intensiva).
- ubicar los productos solamente en los puntos de venta que sean convenientes para el tipo de producto que vendemos (estrategia de distribución selectiva).
- ubicar los productos solamente en un punto de venta que sea exclusivo (estrategia de distribución exclusiva).
- aumentar el número de vehículos distribuidores o de reparto.

5.2.4 Estrategias para la promoción o comunicación

La promoción o comunicación consiste en dar a conocer, informar o hacer recordar la existencia del producto a los consumidores, así como persuadir, estimular o motivar su compra, consumo o uso. Algunas estrategias que se pueden aplicar relacionadas a la promoción o comunicación son:

- ofrecer la oferta de adquirir dos productos por el precio de uno.
- ofrecer la oferta de adquirir un segundo producto a mitad de precio por la compra del primero.
- trabajar con cupones o vales de descuentos.
- brindar descuentos especiales en determinados productos y en determinadas fechas.
- crear un sorteo o un concurso entre nuestros clientes.
- darle pequeños regalos u obsequios a nuestros principales clientes.

- anunciar en diarios o en revistas especializadas.
- anunciar en sitios de anuncios clasificados en Internet.
- participar en una feria o exposición de negocios.
- habilitar un puesto de degustación.
- organizar algún evento o actividad.
- colocar carteles o afiches publicitarios en la fachada del local de nuestra empresa.
- colocar láminas publicitarias en los exteriores de los vehículos de nuestra empresa.
- alquilar espacios publicitarios en letreros o paneles ubicados en la vía pública.
- imprimir y repartir folletos, volantes, tarjetas de presentación.

5.3. CONCEPTO Y FUNCIONES DEL MARKETING

Muchas personas suelen pensar que el marketing solo está relacionado con la promoción o la publicidad de una empresa, pero lo cierto es que la promoción y la publicidad son solo dos de los muchos aspectos que abarca el marketing. Algunos ejemplos de estas actividades son la búsqueda de oportunidades de negocios, el análisis de los consumidores, el análisis de la competencia, el diseño de productos, la promoción de productos y la distribución de productos.

Figura 23. Conceptos y funciones de marketing



Fuente: <http://www.crecenegocios.com/que-es-el-marketing-y-cuales-son-sus-funciones/>

Así, cuando se están buscando oportunidades de negocios, analizando a los consumidores y a la competencia, y diseñando, promocionando y distribuyendo productos, se puede afirmar que se está “aplicando el marketing”.

A continuación se relacionan las principales funciones del marketing o, en otras palabras, cuáles son las principales funciones del área, departamento o de las personas encargadas del marketing en una empresa:

5.3.1 Búsqueda de oportunidades de negocios

La primera función del marketing consiste en buscar, identificar y analizar oportunidades de negocios que puedan existir en el mercado. Esta búsqueda de oportunidades de negocios se realiza a través de una investigación de mercados que permita identificar y analizar necesidades, problemas, deseos, cambios y tendencias en el mercado. Por ejemplo:

- la necesidad por ahorrar energía podría significar la oportunidad de desarrollar productos que permitan atender esta necesidad.
- el problema de la falta de seguridad podría significar la oportunidad de ofrecer servicios que ayuden a hacer frente a dicho problema.

- el deseo por vestirse con ropa única, original y novedosa podría significar la oportunidad de iniciar un negocio de ropa que satisfaga dicho deseo.
- cambios en preferencias de consumo a favor de los alimentos sanos podría significar la oportunidad de montar un negocio de comida saludable.
- la tendencia del aumento del número de personas de la tercera edad podría significar la oportunidad de crear un negocio dedicado a estas personas.

Se suele pensar que las oportunidades de negocios solamente comprenden oportunidades para iniciar un nuevo negocio; sin embargo, éstas también se dan cuando ya se cuenta con un negocio en marcha; por ejemplo, cuando se dan oportunidades para crear un nuevo producto, incursionar en un nuevo mercado, o apostar por un nuevo rubro de negocio.

5.3.2 Análisis de los consumidores

La segunda función del marketing consiste en analizar a los consumidores, lo cual implica analizar sus necesidades, gustos, preferencias, deseos, hábitos de consumo, comportamientos de compra (dónde compran, cuándo compran, cada cuánto tiempo compran, por qué compran), costumbres y actitudes. El análisis de los consumidores le permite a una empresa conocerlos mejor y, de ese modo, poder diseñar estrategias que le permitan satisfacer sus necesidades, gustos, preferencias y deseos, o que tomen en cuenta sus demás características. Por ejemplo, le permite:

- detectar nuevas necesidades o deseos en ellos y, de ese modo, poder diseñar nuevos productos que se encarguen de satisfacer dichas necesidades o deseos.
- detectar cambios en sus gustos o preferencias y, de ese modo, poder adaptar los productos existentes a dichos cambios.

- detectar tendencias en sus comportamientos de compra y, de ese modo, poder seleccionar canales de ventas en base a dichas tendencias.

Cabe señalar que esta función del análisis de los consumidores se realiza permanentemente y no siempre a través de una exhaustiva investigación de mercados, sino también, por ejemplo, al observar sus comportamientos en los puntos de ventas, conversar con ellos, o hacerles pequeñas encuestas.

5.3.3 Análisis de la competencia

La siguiente función del marketing consiste en analizar a la competencia, lo cual implica analizar su ubicación, público objetivo, volumen de ventas, participación en el mercado, experiencia en el mercado, capacidades, recursos, principales estrategias, ventajas competitivas, fortalezas y debilidades. El análisis de la competencia le permite a una empresa conocerla mejor y, de ese modo, poder diseñar estrategias que le permitan competir adecuadamente con ella. Por ejemplo, le permite:

- conocer sus principales fortalezas y, de ese modo, poder enfocarse en otros aspectos en los que podría competir en mejores condiciones con ella.
- conocer sus principales debilidades y, de ese modo, poder tomar ventaja de éstas (por ejemplo, si descubre que sus costos de producción son altos, podría optar por reducir sus precios).
- conocer las estrategias que mejores resultados le estén dando y, de ese modo, poder tomar éstas como referencia para desarrollar las propias.

Al igual que el análisis de los consumidores, el análisis de la competencia también se realiza permanentemente y no siempre a través de una exhaustiva investigación de mercados, sino también, por ejemplo, al visitar sus locales, comprar sus productos, o conversar con sus antiguos trabajadores.

5.3.4 Diseño de las estrategias de marketing

Esta función consiste en formular, evaluar y seleccionar las estrategias de marketing que permitan satisfacer las necesidades, gustos, preferencias y deseos de los consumidores o que tomen en cuenta sus demás características, y que permitan competir adecuadamente con la competencia. Para un mejor análisis, las estrategias de marketing se suelen clasificar en estrategias para los cuatro elementos que conforman la mezcla de marketing (producto, precio, distribución y promoción):

- *estrategias para el producto*: incluyen, por ejemplo, agregarle nuevas características o atributos al producto, lanzar una nueva línea de producto, u ofrecer servicios complementarios tales como el servicio de entrega a domicilio.
- *estrategias para el precio*: incluyen, por ejemplo, reducir los precios con el fin de incentivar las ventas, aumentar los precios con el fin de aumentar la sensación de calidad en el producto, u ofrecer descuentos por volumen de compra.
- *estrategias para la distribución*: incluyen, por ejemplo, trabajar con intermediarios con el fin de aumentar la cobertura del producto, abrir nuevos puntos de ventas, o adquirir nuevos vehículos distribuidores.
- *estrategias para la promoción*: incluyen, por ejemplo, ofrecer promociones de ventas tales como la oferta de llevar dos productos por el precio de uno, hacer publicidad en Internet, o habilitar puestos de degustación.

Cabe señalar que además del análisis de los consumidores y el análisis de la competencia, al momento de diseñar las estrategias de marketing también se toman en cuenta las capacidades y los recursos (humanos, financieros, tecnológicos, etc.) con los que cuenta la empresa.

5.3.5 Implementación, control y evaluación de las estrategias

Finalmente, la función de implementación consiste en poner en práctica las estrategias de marketing, para lo cual en primer lugar se establecen los pasos necesarios para la implementación, se asignan los recursos a utilizar, se determinan los plazos de ejecución, y se calcula el presupuesto requerido. Y, posteriormente, se organizan las tareas necesarias para la implementación, se distribuyen los recursos, se nombran a los responsables y encargados, se coordinan las actividades, y se dirige la puesta en práctica de las estrategias.

La función de control consiste en asegurarse de que las estrategias se estén implementando correctamente de acuerdo a los pasos establecidos y dentro de los plazos acordados, y que el personal encargado de la implementación esté teniendo un buen desempeño tanto individual como grupal. Y la función de evaluación consiste en comprobar que los resultados obtenidos concuerden con los resultados esperados, para que en caso contrario se tomen las medidas correctivas o, en todo caso, se diseñen e implementen nuevas estrategias de marketing.

5.4 BASE DE DATOS SECTOR DE TELECOMUNICACIONES (FUENTE CCIT)

Tabla 10. Base de datos sector telecomunicaciones

ITEM	RAZON SOCIAL
1	Adove
2	Alcatel Lucent
3	Alcatel Onetouch
4	AMD
5	American Tower
6	Anditel
7	Apple
8	Asecones
9	Asic

Continuación Tabla 10.

10	ATP
11	Avantel
12	Azteca
13	Balum
14	Blackberry
15	Brightstar
16	BT
17	Carvajal
18	Cisco
19	Citrix
20	Claro
21	Columbus
22	ComWare
23	Controles Empresariales
24	CPS
25	Dell
26	Direct TV
27	El Tiempo
28	EMC2
29	Epson
30	Ericsson
31	Facebook
32	Fujitsu
33	Gilat
34	Gemalto
35	Google
36	Hitss
37	Hp
38	Huawei
39	Iatai Enterprice
40	IBM
41	Indra
42	Intel
43	IQ Electronics
44	Lazus
45	Lenovo
46	Level (3)
47	LG
48	Master Card
49	McAfee

Continuación Tabla 10.

50	Mer Group
51	Microsoft
52	Motorolla
53	NEC
54	Netbeam
55	Nexsys
56	NMS Network Management Services
57	Nokia
58	QMC
59	Rackspace
60	Redhat
61	Samsung
62	SAP
63	Sonda
64	Sony
65	Symantec
66	Synapsis
67	S3 wireless
68	TE Conectivity
69	Timue
70	Torres Andinas
71	Trend Micro
72	Uber
73	Ufinet
74	Unify
75	Upsistemas
76	Verizon Terremark
77	ZTE

Fuente: CCIT

6. CONCLUSIONES

- Después de identificar y evaluar los componentes de un nodo de telecomunicaciones, se implementó la metodología del RCM y se obtuvo un plan de mantenimiento, en el cual, de acuerdo a su criticidad y a los análisis de fallas funcionales, de modos de falla y de efectos, se definieron las respectivas rutinas, tanto de mantenimiento preventivo, como de mantenimiento predictivo o por condición (CBM). Dado que ya no se llevarán rutinas de mantenimiento basadas en tiempo o vida útil, sino por condición, especialmente en los bancos de baterías y generadores, los costos del mantenimiento disminuirán de manera considerable y la disponibilidad del sistema aumentará.
- El sistema R.C.M., da como resultado una serie de tareas a realizar por máquina o elemento al que se le ha aplicado, es decir un plan de mantenimiento ordenado, sin embargo, el plan de mantenimiento está en proceso de implementación, es necesario revisar si las condiciones de operación cambian, si se producen inversiones en los elementos que reduzcan su criticidad.
- El ejercicio realizado permitió identificar que la criticidad de los equipos está relacionada directamente con la industria en la cual están ubicados los activos. En el sector petroquímico los impactos de los fallos son de alto costo principalmente y el enfoque está en el impacto a las personas y al medio ambiente. En el caso del sector de telecomunicaciones los impactos están en la imagen de la empresa y en los costos asociados a las penalidades por indisponibilidad del sistema.

BIBLIOGRAFIA

AGUILAR LEÓN, German Stephan. Vibraciones Mecánicas. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Cartagena, 2007. Pág. 16.

GARZÓN, Juan Pablo. Lean manufacturing. Disponible en internet: <http://www.bomconsulting.com/es/Publicaciones-003.html>.

GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 39.

HASTINGS, A.J Nicholas. Physical Asset Management. Australia, Ed Springer, 2010.pág. 383.

IEC 60300-3-11, Application guide – Reliability centred maintenance, International Electrotechnical Commission, 1999.

ISO 14224, Petroleum and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment, International Organization for Standardization, 2004

MOUBRAY, John, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II, Aladon Ltd., Buenos Aires – Madrid, 2004.

NOWLAN, F. Stanley and Howard F. Heap, “Reliability-centered Maintenance”, Department of Defense, Washington, D.C, 1978, Report Number AD-A066579, Unclassified.

SAE JA1011, Evaluation Criteria for Reliability-centered Maintenance (RCM) Processes, Society of Automotive Engineering, 1999.

SAE JA1012, A guide to the Reliability-centered Maintenance (RCM) Standard. Society of Automotive Engineering, 2002.

ANEXOS

A continuación se listan los anexos, los cuales se encuentran en un CD adjunto a la monografía.

ANEXO A. Procedimiento mantenimiento aire acondicionado

ANEXO B. Procedimiento mantenimiento tableros eléctricos

ANEXO C. Procedimiento mantenimiento antenas

ANEXO D. Procedimiento mantenimiento cargador de baterías

ANEXO E. Procedimiento mantenimiento generador eléctrico

ANEXO F. Procedimiento mantenimiento sistema Iluminación

ANEXO G. Procedimiento mantenimiento sistemas de puestas a tierra

ANEXO H. Procedimiento mantenimiento transferencia eléctrica

ANEXO I. Procedimiento mantenimiento transformador de potencia

ANEXO J. Procedimiento mantenimiento UPS
