

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LA REGIONAL CENTRO  
ZONA BOGOTÁ, DE LA VICEPRESIDENCIA DE INFRAESTRUCTURA TÉCNICA,  
EN COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP**

**JULIO CÉSAR SCARPETTA SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2006**

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LA REGIONAL CENTRO  
ZONA BOGOTÁ, DE LA VICEPRESIDENCIA DE INFRAESTRUCTURA TÉCNICA,  
EN COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP**

**JULIO CÉSAR SCARPETTA SÁNCHEZ**

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar al Título de  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**Director: JUAN CARLOS CHARÚM A.  
Especialista en Gerencia de Software**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2006**

A mi esposa Adriana Marcela, cuando te conocí mis ojos no alcanzaron a ver la luz que serias en mi vida, por ti soy el hombre mas feliz y dispuesto a luchar por seguir alcanzando nuestros sueños. Amor eres la estrella que me guía en todo momento.

A mi hijo Alejandro, aunque aun no estés con nosotros, desde el día que conocí de tu existencia, has sido la fuerza que me alienta día a día para cumplir mis metas porque quiero darte lo mejor de mi y te sientas orgulloso de tu padre.

A mis padres y hermanas, por haberme enseñado el valor del estudio, la constancia y la dedicación. Por haberme apoyado en todas las etapas de mi vida con amor y consejo.

A la familia de mi esposa; saber que cuento con personas tan especiales que siempre velan por nuestro bienestar me da la tranquilidad para intentar alcanzar cada vez metas más altas.

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al Dr. **Carlos Ramón González**, Ingeniero mecánico, coordinador del posgrado de Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander, por su excelente gestión en la orientación del programa de posgrado.

Al Dr. **Isnardo González Jaimes**, Doctor en ingeniería Mecánica, profesor asociado de la Universidad industrial de Santander, por su orientación en su cátedra seminario de investigación.

Al Ing. **Juan Carlos Charum**, mi director de proyecto quien me acompañó y aconsejó para la realización de la presente monografía.

A los **Colaboradores de la Zona Bogotá en Colombia Telecomunicaciones SA ESP, TELECOM**, por la participación y colaboración en la documentación recopilada para llevar a feliz término este proyecto.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	12
1. LA REGIONAL CENTRO ZONA BOGOTÁ, DE LA VICEPRESIDENCIA DE INFRAESTRUCTURA TÉCNICA, EN COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP	14
1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LAS COMUNICACIONES EN COLOMBIA	14
1.2 COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP	15
1.3 ZONA BOGOTÁ	16
1.3.1 Organigrama de mantenimiento.	17
1.3.2 Equipos de comunicaciones en la Zona Bogotá	18
1.3.3 Recursos para el mantenimiento.	20
1.3.4 Modelo de operación.	22
1.3.5 Procesos de mantenimiento.	22
1.3.6 Políticas de mantenimiento.	27
1.4 JUSTIFICACIÓN	27
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	28
1.5.1 Falencias en las actividades.	28
1.5.2 Falencias de recursos.	30
1.5.3 Falencias de procesos.	30
1.6 OBJETIVOS	31
1.6.1 Objetivo general.	31
1.6.2 Objetivos específicos.	31
2. MANTENIMIENTO Y MODELOS GERENCIALES	32
2.1 MANTENIMIENTO	32
2.1.1 Tipos de mantenimiento.	32
2.1.2 Estrategias de mantenimiento: tareas y planes.	37
2.2 MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL	40
2.2.1 Confiabilidad operacional.	42
2.2.2 Análisis de criticidad.	46
2.2.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM).	50
2.3 ADMINISTRACIÓN MODERNA	56
2.3.1 <i>Empowerment.</i>	56
2.3.2 <i>Coaching.</i>	57
2.3.3 Justo A Tiempo (JIT).	58

2.3.4	Mejoramiento continuo ( <i>Kaisen</i> ).	60
2.3.5	Las 5 “s”.	61
2.3.6	Reingeniería.	63
2.3.7	Trabajo en equipo.	64
2.3.8	Competitividad.	67
2.3.9	Teoría de Restricciones (TOC - <i>Theory of Constraints</i> ).	70
3.	DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)	73
3.1	DESARROLLO DE QFD	73
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	79
3.3	PROCEDIMIENTO	79
3.4	RESULTADOS DE QFD	80
3.5	ANÁLISIS DE QFD	81
4.	MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO ZONA BOGOTÁ	83
4.1	DECLARACIÓN GERENCIAL DE CAMBIO	83
4.2	CAPACITACIÓN	84
4.3	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	85
4.4	POLÍTICAS Y METAS DE LA ZONA BOGOTÁ	87
4.4.1	Política de mantenimiento basada en el fallo.	87
4.4.2	Política de mantenimiento basada en la vida útil del sistema.	88
4.4.3	Política de mantenimiento basada en la inspección.	89
4.4.4	Política de mantenimiento basada en el examen de la condición.	90
4.4.5	Política de mantenimiento basada en la oportunidad.	90
4.5	LOS PILARES DE TPM ZONA BOGOTÁ	90
4.5.1	Administración de costos y utilidades.	91
4.5.2	Administración autónoma.	92
4.5.3	Administración de activos.	95
4.5.4	Administración del talento humano.	97
5.	METAS E INDICADORES DE LA ZONA BOGOTÁ	101
5.1	INDICADORES DE GESTIÓN	103
5.2	INDICADORES PARA EVALUAR EL MANTENIMIENTO	104
5.3	INDICADORES DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN	105
5.4	INDICADORES DE COSTO	106
5.5	INDICADORES DE EFECTIVIDAD	107
5.6	EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN	107
6.	CONCLUSIONES	110
	BIBLIOGRAFÍA	112

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Mantenimiento de clase mundial vs. Zona Bogotá	29
Tabla 2. Análisis del activo	49
Tabla 3. Escala de Saaty	75
Tabla 4. Matriz de niveles de importancia	75
Tabla 5. Correlación en el despliegue de la función de calidad	77
Tabla 6. La matriz de relación de calidad	78
Tabla 7. Resultado de la matriz de comparaciones.	80
Tabla 8. Resultado de la casa de la calidad.	81
Tabla 9. Funciones de los niveles en la estructura organizacional.	86
Tabla 10. Pérdidas de la Zona Bogotá	91
Tabla 11. Indicadores de la Regional Centro que aplican a la Zona Bogotá	102
Tabla 12. Indicadores TPM para la Zona Bogotá	103

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Historia de las comunicaciones en Colombia	14
Figura 2. Organigrama Colombia Telecomunicaciones SA ESP	16
Figura 3. Distribución geográfica de la Zona Bogotá	16
Figura 4. Organigrama Zona Bogotá de la Regional Centro	17
Figura 5. Organigrama gerencia de mantenimiento	18
Figura 6. Central de conmutación	19
Figura 7. Equipos de transmisión	19
Figura 8. Equipos de energía	20
Figura 9. Mapa general del proceso de aseguramiento	23
Figura 10. Funciones específicas proceso de aseguramiento	25
Figura 11. Tipos de mantenimiento	33
Figura 12. Tareas de mantenimiento	37
Figura 13. Evolución de la falla funcional en el tiempo	38
Figura 14. Planes de mantenimiento	39
Figura 15. Modelos de fallas de equipos	44
Figura 16. Costos de riesgos vs costos de mantenimiento	48
Figura 17. Componentes de un Sistema	49
Figura 18. Etapas en el desarrollo del QFD	73
Figura 19. Estructura organizacional del modelo propuesto	85

Figura 20. Grupos de mejoramiento en la estructura organizacional	86
Figura 21. Política de mantenimiento basada en el fallo	87
Figura 22. Política de mantenimiento basada en la vida útil del sistema	88
Figura 23. Política de mantenimiento basada en la inspección	89
Figura 24. Administración autónoma	92
Figura 25. Administración de activos	95
Figura 26. Efectividad gracias al recurso humano	98
Figura 27. Tácticas para administrar el recurso humano	98

## RESUMEN

**TITULO:** MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA LA REGIONAL CENTRO ZONA BOGOTÁ, DE LA VICEPRESIDENCIA DE INFRAESTRUCTURA TÉCNICA, EN COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP.\*

**AUTOR:** JULIO CESAR SCARPETTA SÁNCHEZ\*\*

**PALABRAS CLAVES:** QFD, TPM, TOC, Mantenimiento, Servicio, Comunicaciones, Modelo, Gerencia, Políticas, Indicadores.

**DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:** La presente monografía contiene un modelo gerencial de mantenimiento para la Regional Centro Zona Bogotá, de la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica en la empresa Colombia Telecomunicaciones SA ESP.

El modelo esta basado en la necesidad de cambiar la cultura de mantenimiento en los equipos de trabajo que atienden los equipos de comunicaciones de la Zona Bogotá, estando acorde con la planeación estratégica de la empresa para cumplir las metas planteadas por esta.

Como primer paso se presenta el desarrollo de la metodología del Despliegue de la Función de Calidad en el equipo de trabajo de la Zona Bogotá, lo que aporta la experiencia y el conocimiento de todos los colaboradores a este modelo.

Luego siguiendo los pasos para implementar un mantenimiento productivo total se trabajo en la Declaración Gerencial de Cambio, las necesidades de Capacitación, la estructura organizacional de la Zona Bogotá, las políticas y metas sobre las que se deben trabajar, los pilares e indicadores que guíen el mantenimiento en la Zona.

Se espera que el modelo propuesta sea adoptado para realizar un cambio cultural en la Regional Centro Zona Bogotá, que sea ejemplo para la demás áreas de empresa y esta encuentre el camino a la competitividad, la mejora continua y pueda llegar a ser una de clase mundial.

---

\* Monografía.

\*\* Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Juan Carlos Charúm A., Ingeniero Electrónico.

## SUMMARY

**TITLE:** MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL FOR REGIONAL CENTER ZONE BOGOTÁ, OF THE VICE-PRESIDENT OF INFRASTRUCTURE TECHNICAL, IN COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP.\*

**AUTHOR:** JULIO CESAR SCARPETTA SÁNCHEZ\*\*

**KEYWORDS:** QFD, TPM, TOC, Maintenance, Service, Communications, Model, Management, Political, Warning.

**CONTENT'S DESCRIPTION:** The present monograph contains a managerial model of maintenance for the Regional Center Zone Bogotá, of the Vice-presidency of Technical Infrastructure in the business Colombia Telecommunications SA ESP.

The model this based on the need to change the culture of maintenance in the teams of work that attend the teams of communications of the Zone Bogotá, being harmonious with the strategic planning of the business to comply the goals presented by this.

As first step is presented the development of the methodology of the Quality Function Deployment in the team of work of the Zone Bogotá, what contributes the experience and the knowledge of all the collaborators to this model.

Then continuing the steps to implement a total productive maintenance I work themselves in the Managerial Statement of Change, the needs of Training, the structure organizational of the Zone Bogotá, the politics and goals on the ones that should work themselves, the pillars and warning that guide the maintenance in the Zone.

It is expected that the proposed model be adopted to carry out a cultural change in the Regional Center Zone Bogotá, that be example for the other areas of business and this find the road to the competitiveness, the continuous improvement and can come to be one of world class.

---

\* Monograph

\*\* School of Mechanical Engineering. Specialization in Management of Maintenance, Director: Juan Carlos Charúm A., Electronic Engineer.

## INTRODUCCIÓN

En esta época de cambio y globalización es importante para Colombia Telecomunicaciones SA ESP., realizar las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento, que reúnan elementos de distintos enfoques organizacionales alineados a la visión del negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico, lo cual aplicado en forma coherente en la Zona de Bogotá genere ahorros sustanciales a la empresa para convertirse en una de clase mundial, ya que un equipo con el mantenimiento apropiado que esté en buen estado no sólo proporciona una mayor utilización, sino que también mejora la calidad y la realización de lo planeado, incrementando los ingresos de la empresa.

En esta investigación se observa la importancia de cómo utilizando diferentes herramientas administrativas y gerenciales se puede desarrollar un modelo gerencial, que involucre a todo el personal de una área específica de mantenimiento con bases de mejoramiento continuo con el objetivo claro de cumplirle a la organización y a los clientes de la empresa con calidad, siguiendo el camino de la competitividad y la globalización para alcanzar la talla de una empresa de comunicaciones de clase mundial.

Por otra parte, el modelo gerencial propuesto debe estar ceñido a las necesidades del negocio y por ende a las metas de la vicepresidencia de infraestructura a la cual pertenece la Zona Bogotá, donde se aplicará el modelo gerencial. Es por esto que el trabajo se inicia desarrollando el despliegue de la función de calidad (QFD), metodología que permite establecer las pautas para prestar el servicio que soporta la infraestructura técnica de la Zona Bogotá, es decir, como operar y mantener los equipos de comunicaciones, además de apoyar otras áreas de negocio y administración. Con la utilización de QFD se inicia también el proceso de involucrar a los colaboradores de la Zona en el mejoramiento de las actividades que se llevan a cabo.

Finalmente se desarrollará el modelo gerencial dentro del marco de las metas de la regional, las iniciativas propuestas para alcanzar dichas metas y con la introducción de las mejores prácticas de mantenimiento y herramientas administrativas modernas que serán la base para implementar la cultura de mejoramiento continuo, que lleve a la organización a ser mas competitiva y rentable.

# 1. LA REGIONAL CENTRO ZONA BOGOTÁ, DE LA VICEPRESIDENCIA DE INFRAESTRUCTURA TÉCNICA, EN COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP

## 1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LAS COMUNICACIONES EN COLOMBIA

A continuación se muestra una breve reseña de los principales momentos en la historia de las Comunicaciones de Colombia (véase Figura 1):

Figura 1. Historia de las comunicaciones en Colombia



**Años 40's.** El telégrafo atraviesa la topografía nacional, especialmente en la Costa Atlántica colombiana. Con la novena Conferencia Panamericana se inicia el servicio telefónico Internacional.

**Años 50's.** Colombia adopta una nueva tecnología: el télex.

**Años 60's.** La era satelital entra a Colombia, primero a través de la afiliación del país a INTELSAT y posteriormente con la bendición del Papa Paulo VI a los colombianos en lo que fue la primera transmisión vía satélite del país y de Suramérica. Se adopta el sistema de microondas y se establecen conexiones con países vecinos como Venezuela y Ecuador.

Años 70's. Se inaugura la estación terrena de Chocontá. Durante este período, 30 países afirman sus lazos con Colombia a través del servicio automático de télex. Surge el primer plan de telefonía rural. La isla colombiana de San Andrés se une al continente a través de los satélites.

Años 80's. El país aumenta sus enlaces satelitales para obtener así conexión con la mayor parte de países del mundo. Se amplía la cobertura del servicio de telefonía. Se suscribe el contrato con el sistema de cable submarino Transcaribeño.

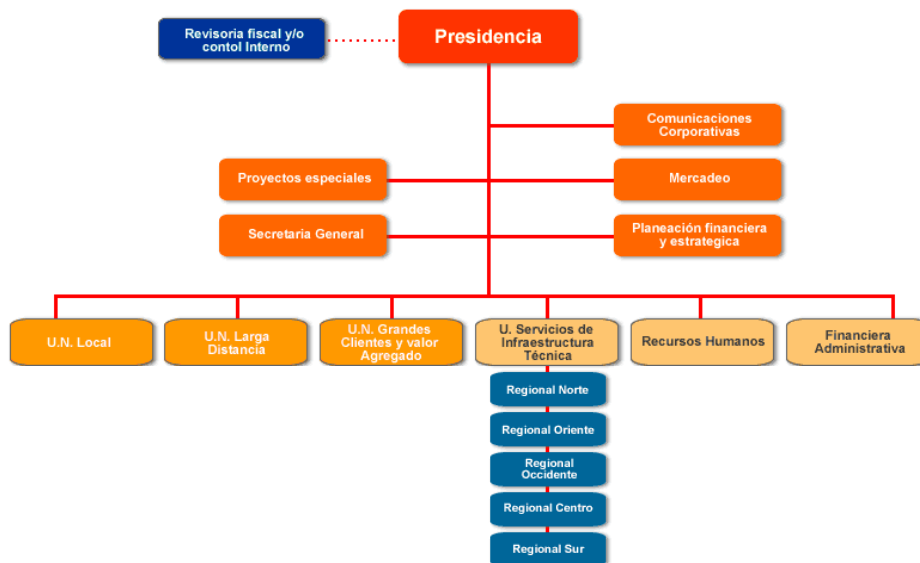
Años 90's. Colombia inicia el uso del sistema de cable submarino Transcaribeño y se firma el contrato para hacer parte del sistema de cable Panamericano. Se inaugura la red digital de microondas y entra la telefonía celular al país. En el aspecto legal empiezan los cambios para la apertura del sector, inicialmente con dos acciones: el ingreso al mercado nuevas compañías del sector privado en el segmento de servicios de valor agregado, en 1993, y la apertura del mercado de servicios de larga distancia nacional e internacional en 1998.

## 1.2 COLOMBIA TELECOMUNICACIONES SA ESP

El 12 de junio de 2003 nace Colombia Telecomunicaciones como resultado de la iniciativa del Gobierno Nacional de reestructurar el sector de las telecomunicaciones a fin de garantizar la óptima prestación del servicio en el país, y en concordancia con las políticas de reorganización del Estado, propuestas para responder adecuadamente a las necesidades ciudadanas a través de entidades gubernamentales eficientes y adecuadas al contexto actual. Con la creación de Colombia Telecomunicaciones SA ESP se inicia una nueva etapa en la reseña histórica de las comunicaciones de Colombia, historia que 56 años atrás había empezado Telecom. Colombia Telecomunicaciones SA ESP recoge las operaciones que hasta el momento venía desarrollando la Empresa Nacional de Telecomunicaciones, y 13 de sus empresas telé asociadas, y a diferencia de estas está dotada con las herramientas jurídicas, estructurales y técnicas necesarias para cumplir con el propósito de garantizar los servicios de Telecomunicaciones en el ámbito nacional, con el más alto nivel de eficiencia, al tiempo que puede afrontar exitosamente la competencia originada por la apertura del sector.

Colombia Telecomunicaciones SA, nace con una estructura que consta de tres grandes partes: Junta directiva con su staff de apoyo, Unidades de Negocio y Unidades de Soporte donde se encuentra la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica. Operativamente la totalidad del país ha sido dividida en 5 regionales: Norte, Sur, Oriente, Occidente y Centro, esta última contempla las Zona de Cundinamarca y Bogotá. En la Figura 2 se muestra el organigrama de la empresa.

Figura 2. Organigrama Colombia Telecomunicaciones SA ESP



Fuente: Intranet Colombia Telecomunicaciones SA

### 1.3 ZONA BOGOTÁ

Como se puede ver en la Figura 3, la Zona Bogotá está dividida en 5 áreas geográficas, para cubrir la totalidad de la ciudad. Cada una de estas áreas es atendida por una tecnología de comunicaciones diferentes multinacionales: Nortel, Ericsson, Siemens y NEC. Para atender cada una de estas áreas se crearon inicialmente 5 grupos de aseguramiento conformados por un Líder de área, 2 técnicos de conmutación y 2 técnicos de transmisión, ubicados en las principales centrales de área. En la actualidad como 2 áreas coinciden en tecnología, las cuales son las áreas A y D de Nortel, se unieron bajo de dirección de un solo líder y concentraron sus operaciones en el área D.

Figura 3. Distribución geográfica de la Zona Bogotá

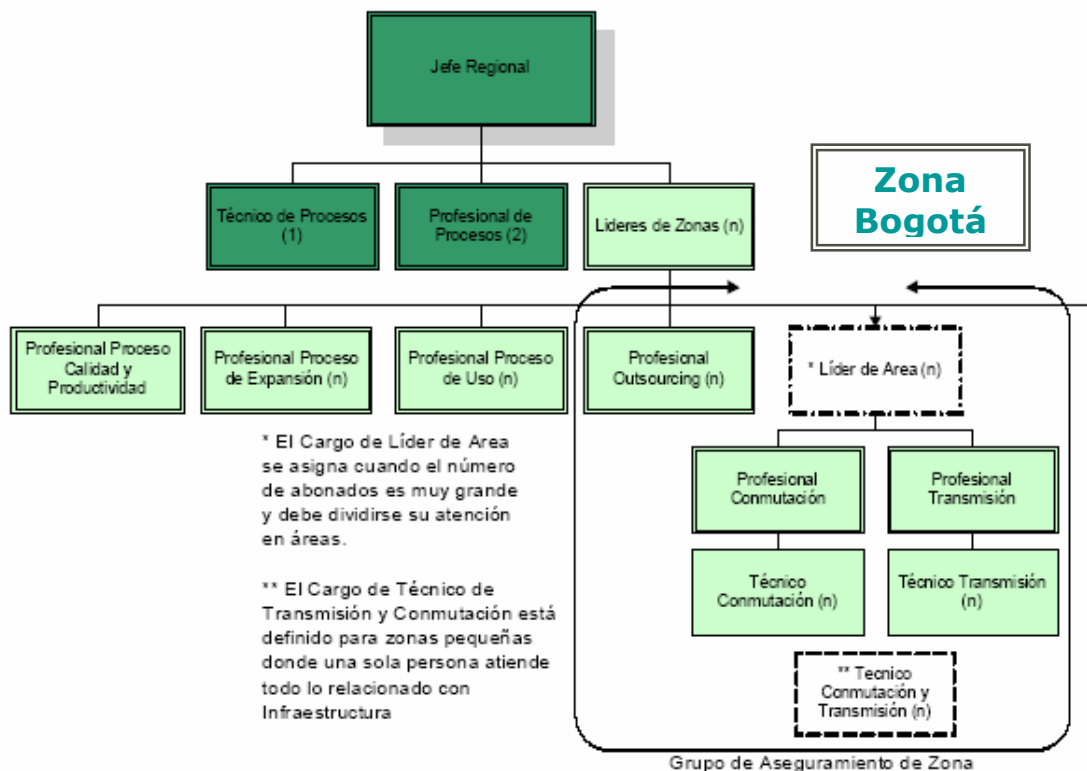


Fuente: Intranet Colombia Telecomunicaciones SA

1.3.1 Organigrama de mantenimiento. Como se menciona anteriormente, en los años noventas se da la apertura de larga distancia, por lo cual nace el proyecto CAPITEL-TELECOM concedido como una telé asociada de la Empresa Nacional De Telecomunicaciones. Se creó bajo la modalidad de Join Venture (contratos de riesgo compartido) lo que dio origen a la creación de cinco Zonas tecnológicas, instalando equipos electrónicos de comunicaciones con características propias de cada multinacional para cubrir la ciudad de Bogotá.

Luego con la creación de la nueva empresa Colombia Telecomunicaciones SA ESP, CAPITEL se convierte en una de las zonas operativas de la Regional Centro y se le da el nombre actual de Zona Bogotá. A continuación en la Figura 4 se muestra el organigrama, de esta zona que es el foco del estudio de esta investigación.

Figura 4. Organigrama Zona Bogotá de la Regional Centro

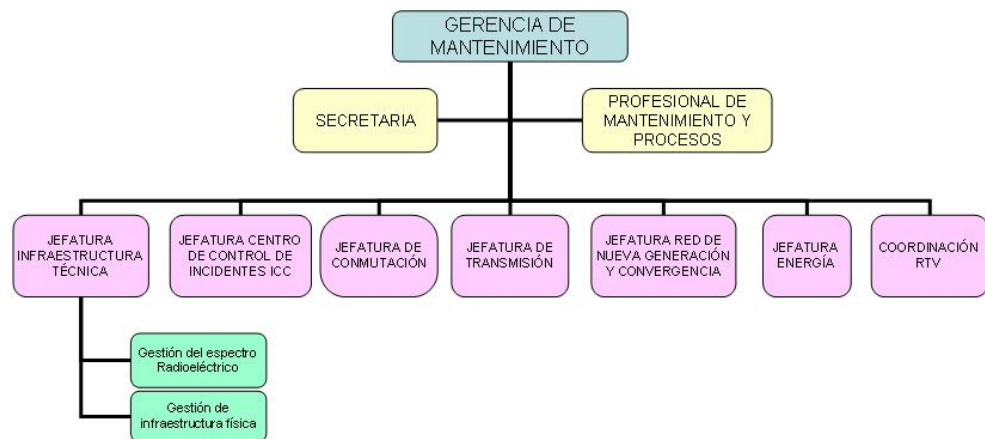


Fuente: Intranet Colombia Telecomunicaciones SA

De igual manera actualmente como esta organizada la vicepresidencia de infraestructura técnica, existe un equipo de trabajo conocido como la Gerencia de Mantenimiento (véase Figura 5). Este equipo es el encargado de dictar las

políticas y directrices de mantenimiento a nivel nacional incluyendo por supuesto a la Regional Centro y a la Zona Bogotá.

Figura 5. Organigrama gerencia de mantenimiento



Fuente: Intranet Colombia Telecomunicaciones SA

1.3.2 Equipos de comunicaciones en la Zona Bogotá. La zona Bogotá se creó con 4 tecnologías multinacionales diferentes, y en los últimos años se han instalado más equipos de nuevos proveedores, para ampliar la cobertura de la red de comunicaciones que pretende capturar más clientes que demanden nuevos servicios. Gracias a los estándares es posible la intercomunicación entre las diferentes tecnologías y en general se puede hablar de tres grandes grupos que soportan los servicios de telecomunicaciones sin importar su proveedor: conmutación, transmisión y energía.

- **Conmutación:** son los equipos sobre los cuales se configuran, programan y ejecutan los servicios de telecomunicaciones que se prestan en la zona Bogotá. Estos equipos normalmente se encuentran divididos por jerarquías según la cantidad de usuarios que puedan atender. Los equipos más grandes y robustos se conocen con el nombre de centrales telefónicas y se encuentran en cuartos de comunicaciones de gran tamaño como se puede ver en la Figura 6, esto se debe a que son el alma de la red y requieren condiciones especiales para su correcto funcionamiento, como soporte de energía y temperatura controlada.

Por otra parte existen otros equipos de menor tamaño que se distribuyen por la ciudad y pueden ser instalados a la intemperie, se les da el nombre de concentradores remotos.

Figura 6. Central de conmutación



- Transmisión: para la transmisión de las señales que llevan los mensajes de comunicaciones es necesario de un medio físico que soporte la conexión entre dos puntos o equipos de conmutación como se encuentra en la zona Bogotá. Los medios de transmisión han evolucionado rápidamente siendo los mas utilizados los que llevan señales eléctricas y ópticas a grandes distancias. En la Figura 7 se muestran equipos de transmisión de diferentes fabricantes que utilizan como medio de fisico la fibra óptica.

Figura 7. Equipos de transmisión



- Energía: tanto los equipos de conmutación como los equipos de transmisión trabajan con energía eléctrica tanto alterna como continua, motivo por el cual existe el área de energía que opera y mantiene todos los equipos de soporte tales como bancos de baterías, rectificadores, plantas eléctricas y aires acondicionados entre otros, como los que se muestran en la Figura 8.

Figura 8. Equipos de energía



Los equipos de conmutación y transmisión son operados y mantenidos directamente por los colaboradores del área de aseguramiento de la empresa, mientras que los equipos de energía son atendidos por medio de un contrato de *outsourcing*, de esta división de áreas y equipos se derivan los procesos de mantenimiento que se presentan a continuación.

1.3.3 Recursos para el mantenimiento. La zona Bogotá cuenta con los siguientes recursos para realizar en mantenimiento:

- Humanos: en la Zona Bogotá de la regional Centro en la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica, se cuenta con una población de 35 colaboradores distribuidos de la siguiente manera:
  - 1 líder de Zona.

- 4 líderes de Área.
- 2 profesionales de outsourcing.
- 1 profesional del proceso de uso.
- 1 profesional de aprovisionamiento.
- 1 profesional del proceso de expansión.
- 1 profesional de calidad y productividad.
- 1 profesional de conmutación.
- 19 técnicos de conmutación y transmisión.
- 5 técnicos de gestión y uso.

Además se cuenta con el personal técnico de *OutSourcing* para el mantenimiento de los equipos de energía, red externa de fibra óptica y contratos de soporte técnico adquiridos con las multinacionales con el fin de solucionar problemas especiales que no puedan ser atendidos por el personal de Colombia Telecomunicaciones.

- Físicos:

- Edificios: para las centrales telefónicas es necesario de edificios grandes por razones de seguridad, operación y mantenimiento.
- Instrumentación de medida: en cada central existen los equipos básicos de medida para comunicaciones como son los analizadores de tasa de error, para el área de transmisión, analizadores de señalización para el área de conmutación y multimetros para el área de energía.
- Herramientas: entre las herramientas más utilizadas se encuentran las ponchadoras para cables coaxiales y regletas de cobre, pinzas, desarmadores, copas, llaves y demás herramientas de trabajo liviano.
- Repuestos: los repuestos son manejados por el área de administración de infraestructura y se cuenta con un centro nacional de reparación para proveer los repuestos necesarios para los equipos de comunicaciones.

- Sistemas de información:

- Bases de datos: para administrar la información de las redes de comunicaciones se utilizan herramientas básicas de ofimática como Access y Excel.
- Sistemas de gestión de red: cada tecnología y equipo en la red puede ser gestionado a través de sistemas especializados ubicados en las centrales principales que permiten realizar tareas de monitoreo, operación y algunas de mantenimiento correctivo y preventivo.
- Centro de control de incidentes: esta herramienta fue implementada durante el año 2004 para tener el registro de todos los incidentes que se presentan en los equipos de la red, con el fin de controlar y tener conocimiento oportuno del estado de general de la red a nivel nacional.

- Transporte: como los equipos están distribuidos por toda la ciudad es necesario tener un medio de movilización permanente y disponible las 24 horas al día los 7 días a la semana, motivo por el cual se mantiene un contrato de prestación de servicios con una empresa de transporte independiente a Colombia Telecomunicaciones.

1.3.4 Modelo de operación. Para las regionales de la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica, Colombia Telecomunicaciones SA ha estructurado un modelo administrativo Matricial para sus operaciones, lo que implica que cada Empleado debe tener en cuenta que su desempeño esta ligado a los objetivos, metas y expectativas que provienen de dos direcciones:

- Dirección vertical o funcional: representada en cabeza de su Jefe Inmediato, Líder de Zona y Jefe Regional a quien debe reportarse todos aquellos aspectos administrativos y logísticos necesarios de su trabajo y quienes exigirán resultados basados en sus expectativas metas de ejecución como equipo regional, Zonal o de área.
- Dirección horizontal o enfoque de procesos: representada en cabeza del Dueño de Proceso, cuya responsabilidad principal es garantizar que el proceso como todo, independientemente de las áreas funcionales por donde pase, satisfaga las necesidades y expectativas de eficacia y eficiencia esperadas por los clientes tanto internos como externos.

El grupo de aseguramiento está conformado por los Líderes de Área, Profesional de *Outsourcing*, Profesionales y Técnicos tanto de Transmisión como de Conmutación (bajo la dirección y coordinación de un Líder de Zona) y su responsabilidad principal se desarrolla en torno a garantizar la continuidad del servicio, de acuerdo a los niveles de servicio pactados con los clientes y mediante la operación y mantenimiento de los equipos de la red Zonal. Entre otros objetivos se tiene responder oportunamente a los problemas y fallas, lo que convierte al grupo de aseguramiento en el pilar de las prácticas de mantenimiento para las cuales se desarrollara el modelo gerencial que se trabaja en esta investigación.

1.3.5 Procesos de mantenimiento. Los procesos de mantenimiento tienen como misión principal asegurar la continuidad del servicio y el mantener los niveles de servicio acordados con los clientes, mediante la solución oportuna de los problemas y fallas, que se presenten en la red. En la Figura 9 se muestra el proceso general de aseguramiento.

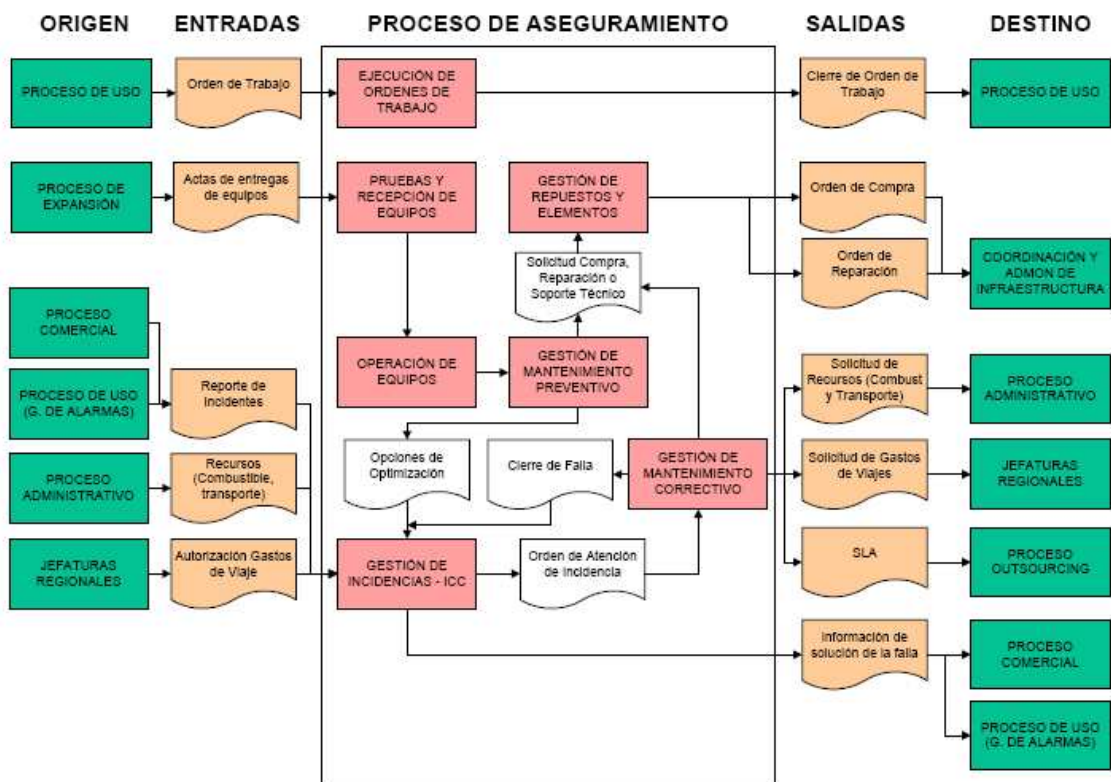
Como marco de acción global el proceso de aseguramiento cubre las actividades que inciden directamente en la operación, mantenimiento y seguridad de la red tales como:

- Estrategias para controlar, seguir, administrar y gestionar la red de telecomunicaciones.
- Operar y mantener los equipos de la red.
- Solucionar los tiquetes problemas (fallas de los equipos de la red).
- Desarrollar planes de seguridad de la red.
- Desarrollar planes de contingencia.

- Mantener el grado de servicio acordado con las unidades de negocio. (Disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad)

Una categoría especial dentro de este proceso es la variante en el manejo de la tercerización de actividades tales como Energía, Infraestructura de Fibra Óptica, donde un área externa a zona controla estas labores pero al interior zonal son soporte fundamental las áreas de mantenimiento, es decir, el grupo de aseguramiento de la zona Bogotá.

Figura 9. Mapa general del proceso de aseguramiento



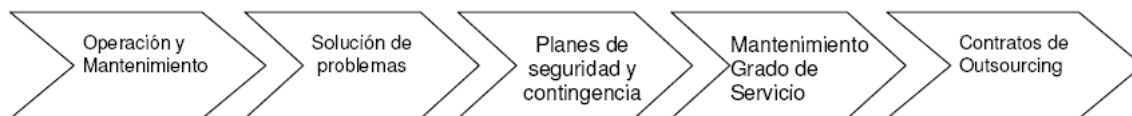
El dueño del proceso es la gerencia de mantenimiento pero su ejecución es responsabilidad exclusiva de los equipos de aseguramiento de las zonas en cada regional:

- Ejecución de ordenes de trabajo: como todas las actividades del proceso de aseguramiento en las zonas, esta actividad está en cabeza del líder de la zona y todo su grupo de aseguramiento: profesionales, profesionales senior, líderes de área, profesional de *outsourcing* y los técnicos de transmisión, conmutación y energía. Todos las OT generadas en el proceso de uso deben ser ejecutadas retroalimentado en resultado obtenido al mismo proceso de uso, en los tiempos establecidos siguiendo al pie de la letra las instrucciones allí impartidas.

- Recepción de equipos:
  - Recibir físicamente el nuevo equipo.
  - Ejecutar o participar dentro del protocolo de pruebas que se ejecute para la recepción del equipo (participan: contratista, interventor (gerencia de desarrollo de proyectos) y el grupo de aseguramiento quien lo va a operar.
  - Recibir los adicionales al equipo (Ej. stock de repuestos, manuales de operación y mantenimiento, capacitación para la operación, elementos y recursos para mantenimiento)
  - De acuerdo al punto anterior y si aplica, efectuar el requerimiento de los elementos faltante para la operación como son: capacitación, repuestos, etc.
- Operación de equipos: en esta actividad el Líder de Zona y su grupo de aseguramiento participan con la ejecución diaria de las actividades de operación. En caso de presentarse algún tipo de anomalía o falla, el profesional o técnico de transmisión, conmutación o energía debe Reportar la alarma al Profesional de Uso para que se gestione de acuerdo a las tareas definidas dentro de la actividad de gestión de alarmas, incluida en el proceso de uso.
- Gestión de mantenimiento preventivo: el grupo de aseguramiento en cabeza del líder de zona desarrolla estas actividades de acuerdo con la programación de mantenimiento, políticas y directrices definidas desde la gerencia nacional de mantenimiento y las recomendaciones o manuales entregados por los proveedores de los equipos.
- Gestión de mantenimiento correctivo: el grupo de aseguramiento una vez reportada proactivamente una alarma (rutinas de revisión o Sistema de Administración Telefónico SAT) o recibida desde una fuente externa, a través del profesional de uso y Centro de Control de Incidentes ICC, procede a solucionarla y reportar su cierre. Como parte de la solución reporta al profesional de uso los equipos o recursos necesarios para la solución de la misma.
- Gestión de repuestos: la actividad de gestión de repuestos en cada una de las zonas puede desarrollarse de las siguientes formas:
  - Periódicamente el líder de zona debe presentar ante el jefe regional un inventario de todas sus necesidades de repuestos y reparación de tarjetas para que sea tramitada ante la gerencia nacional de mantenimiento. En este informe debe indicar cuales ya han sido solicitadas a través del ICC y el estado del evento.
  - El líder de zona debe reportar igualmente cada semana a la gerencia de repuestos y elementos, los repuestos que se han utilizado (traslados, altas, bajas, niveles actuales) y que se encontraban en el inventario de la zona.
- Gestión de incidencias: como se menciona en los en las actividades anteriores se debe diligenciar el respectivo reporte en para cada incidente que se presente en la red, ya sea programado, correctivo o de requerimiento, dando la información necesaria para realizar la gestión adecuada y oportuna.

De otra parte en la Figura 10, se pueden ver las funciones específicas que intrínsecamente se realiza en el proceso de aseguramiento, como medio para cumplir con el proceso que lidera la gerencia de mantenimiento.

Figura 10. Funciones específicas proceso de aseguramiento



Fuente: Intranet Colombia Telecomunicaciones SA

- Operación y mantenimiento: todas aquellas actividades encaminadas a asegurar la continuidad del servicio, específicamente:
  - Operar los equipos de la red zonal, contando con el soporte de los jefes de operación y mantenimiento zonales.
  - ❖ Implementar los procesos requeridos para mejorar la calidad del servicio prestado por la red zonal.
  - ❖ Recomendar, de acuerdo a las necesidades establecidas por los Jefes de Operación y Mantenimiento zonales, la adquisición de bienes y contratación de servicios de terceros para la adecuada operación de los servicios que presta la red zonal.
  - ❖ Apoyar a las coordinaciones de la gerencia de mantenimiento nacional en actividades de operación y/o mantenimiento a nivel nacional.
  - Mantener los equipos de la red zonal, contando con el soporte de los jefes de operación y mantenimiento zonales.
  - ❖ Establecer las necesidades de repuestos de la red zonal.
  - ❖ Establecer los presupuestos necesarios para repuestos, soportes y materiales.
  - ❖ Determinar parámetros técnicos para solicitud y evaluación de ofertas relacionadas con la adquisición de instrumentos o equipos para mantenimiento.
  - ❖ Responder por la ejecución de los programas de mantenimiento de la red zonal.
  - ❖ Emitir concepto técnico, de acuerdo con las recomendaciones dadas por los jefes de operación y mantenimiento zonales para dar de baja equipos e instrumentos de la red zonal.
  - ❖ Coordinar las diferentes pruebas que se realicen en centrales y que impliquen el uso de equipo especializado que es compartido por todas las centrales de la red zonal.
  - ❖ Recomendar, de acuerdo a las necesidades establecidas por los Jefes de Operación y Mantenimiento zonales, la adquisición de bienes y contratación de servicios de terceros para el adecuado mantenimiento de los servicios que presta la red zonal.
  - ❖ Apoyar a las coordinaciones de la Gerencia de mantenimiento nacional en las actividades de mantenimiento que se establezcan a nivel nacional.
  - ❖ Realizar interventorias delegadas, pruebas, coordinación de actividades de contratistas y demás actividades relacionadas con contratos de soporte, suministro de repuestos y/o mantenimiento, cuando las coordinaciones de la gerencia de mantenimiento nacional así lo establezcan.
  - ❖ Atender las solicitudes de las coordinaciones de la gerencia de mantenimiento en cuanto a manejo de recursos, repuestos y equipos.

- Solución de tiquetes de problemas: todas aquellas actividades encaminadas a resolver fallas en los equipos de la red, específicamente:
  - Coordinar con los jefes de operación y mantenimiento la solución de tiquetes de problema presentados.
  - Atender los tiquetes de problemas que lleguen del centro de control de incidentes (ICC) y/o de las coordinaciones de la gerencia de mantenimiento nacional.
  - Escalar a las coordinaciones de gerencia de mantenimiento nacional los tiquetes de problemas que no puedan ser resueltos en la zona.
- Desarrollo de planes de seguridad y de contingencia: todas aquellas actividades encaminadas a la implementación de planes de seguridad y contingencia en la red zonal, específicamente:
  - Diseñar e implementar en conjunto con los jefes de operación y mantenimiento zonales, los planes de seguridad de la red zonal, de acuerdo a las políticas dadas por las gerencias de mantenimiento nacional y desarrollo de infraestructura.
  - Diseñar e implementar en conjunto con los jefes de operación y mantenimiento zonales, los Planes de seguridad de la red zonal, de acuerdo a las políticas dadas por las gerencias de mantenimiento nacional y desarrollo de infraestructura.
- Mantenimiento del grado de servicio (GDS): todas aquellas actividades encaminadas al mantenimiento del grado de servicio de la red zonal acordado con las unidades de negocio, en términos de disponibilidad y mantenibilidad, específicamente:
  - Apoyar las actividades del proceso de uso, en cuanto al levantamiento de información que permita establecer el GDS de la red.
  - Implementar las acciones necesarias para mantener el grado de servicio acordado con las unidades de negocio.
  - Apoyar las actividades de la gerencia de gestión de red, en cuanto a políticas para mejoramiento de GDS, recolección de información y demás actividades que sean requeridas por esta gerencia.
- Manejo de contratos de tercerización (*outsourcing*): todas aquellas actividades relacionadas con el manejo de contratos de tercerización, específicamente:
  - Control y seguimiento.
    - ❖ Coordinar el contrato o contratos que se establezcan para mantenimiento de los sistemas que soportan la gestión de la red zonal.
    - ❖ Coordinación acceso a instalaciones por parte de los contratistas.
    - ❖ Coordinación de la ejecución de pruebas.
    - ❖ Informes de avance y resultados.
    - ❖ Control de cronogramas.
    - ❖ Verificación del cumplimiento de los aspectos técnicos por parte del contratista.
  - Actividades administrativas: verificar el cumplimiento de requisitos para efectuar el pago a contratistas.
  - Actividades de gestión: establecer la calidad del servicio prestado por los contratistas de mantenimiento, de acuerdo con los reportes que sobre el servicio presenten los jefes de operación y mantenimiento zonales.

1.3.5 Políticas de mantenimiento. Entre las responsabilidades de la gerencia de mantenimiento se encuentran definir políticas y directrices con respecto a:

- Planes y programas de mantenimiento Preventivo y Correctivo de los sistemas de Telecomunicaciones.
- Contratación de soporte, mantenimiento y suministro de repuestos.
- Recibo y pruebas de aceptación de equipos.
- Elaboración y ejecución de planes de contingencia para recuperación del servicio.
- Control y rotación del inventario de elementos, tarjetas y repuestos de los equipos a nivel nacional.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

Desde la liquidación de la Empresa Nacional De Telecomunicaciones TELECOM, y el nacimiento de Colombia Telecomunicaciones SA ESP, se ha vivenciado un proceso de transición y reajuste de procesos, que no ha permitido al área de mantenimiento de la Zona Bogotá salir de su estado de contingencia para adaptarse fácilmente con los nuevos lineamientos organizacionales.

Las operaciones de mantenimiento de la Zona Bogotá continúan haciendo labores del día a día, lo que acarrea problemas a largo plazo por falta de planeación y programas apropiados para los equipos que se encuentran instalados en la ciudad de Bogotá, para prestar los servicios de telecomunicaciones.

La finalización de los contratos a riesgo compartido por medio de los cuales se adquirió la infraestructura para Bogotá, la reestructuración y por ende la disminución de personal, llevo a que se dejen de lado las operaciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante, ya que se han visto reducidos considerablemente los recursos con los que se disponía anteriormente, y el área a enfocado sus esfuerzos en mantener ciertos índices utilizados para la gestión, además de atender el trabajo del día a día y tratar de mantener el servicio. No se ha tenido el tiempo para pensar en programas de mejoramiento ni en nuevos proyectos que permitan mejorar la atención al cliente de manera que se cumplan las tres “E” eficiencia, eficacia y efectividad, para estar encaminados con la misión, visión y los valores propuestos por la nueva administración.

Con esto se puede ver claramente la necesidad de un modelo gerencial de mantenimiento que optimice la administración de recursos, proponga políticas encaminadas a recuperar el óptimo desempeño de los equipos y disminuir el impacto de las fallas ocasionales, mejorar el ambiente laboral y fomentar el

desarrollo para alcanzar la excelencia en todos los niveles del área en la Zona Bogotá, que se propague como ejemplo a toda la organización.

## 1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente Colombia Telecomunicaciones SA, se encuentra en proceso de estabilización y de implementación de los modelos planteados por las directivas para administrar y operar la empresa de manera que todos los esfuerzos de los colaboradores estén orientados hacia el negocio: la prestación de servicios de comunicaciones.

En esta etapa se llevan aproximadamente dos años, en los cuales los equipos de trabajo encargados del aseguramiento del servicio, han dejado de lado la evolución que se ha tenido en el mantenimiento para regresar en el tiempo y ser reactivos frente a las fallas que atacan los equipos de la red, todo ha sido por dedicarse a tratar de seguir el paso de la administración, que no se ha tomado el tiempo de implementar herramientas gerenciales de mantenimiento que ayuden a los colaboradores a tener un mejor desempeño disminuyendo los trabajos espontáneos y aumentando la calidad de servicio entregado a los clientes y las demás áreas de la empresa.

1.5.1 Falencias en las actividades. Existe una serie de actividades que determinan el nivel de evolución que se tiene en la ejecución del mantenimiento en una empresa, en la Tabla 1 se puede ver el símil entre las nueve actividades principales que se realizan normalmente en una empresa de clase mundial y lo que esta practicando la Zona Bogotá.

En esta comparación se pueden ver las grandes falencias que tiene el mantenimiento de la zona Bogotá en sus actividades, para ser una empresa de telecomunicaciones.

- Estrategia. La estrategia que se plantea es de corto plazo y en su mayoría se preocupa por la reacción que se debe tener frente a las fallas para ser atendidas en el menor tiempo posible, en lugar de tener un plan corporativo orientado a la rápida evolución tecnológica y las demandas del negocio por servicios novedosos, dinámicos e integrales.
- Administración del recurso humano. En la zona se maneja exageradamente el concepto de experto, lo que limita la utilización del poco personal con el que se cuenta en caso de falla, puesto que la mayoría de ellos solo atiende determinada área ya sea conmutación, transmisión o energía y a veces una tecnología específica.

Tabla 1. Mantenimiento de clase mundial vs. Zona Bogotá

ACTIVIDADES	CLASE MUNDIAL	ZONA BOGOTÁ
ESTRATEGIA	Estrategia corporativa de mantenimiento.	Plan estratégico de mantenimiento a un año, Reactivos a fallas.
ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HUMANO	Técnicos independientes multidisciplinarios.	Altamente centralizados por disciplinas.
PLANEACIÓN & PROGRAMACIÓN	Ingeniería de mtto y planeación a largo plazo (mínimo 3 años)	No hay planeación, poca programación y no se realiza ingeniería
TÁCTICAS DE MANTENIMIENTO	Todas las tácticas derivadas de un análisis estructurado.	Inspecciones basadas en el tiempo.
MEDIDA DEL DESEMPEÑO	Equipos efectivos, <i>Benchmarking</i> . Excelente Base de Datos de costos.	MTBF o MTTR, Disponibilidad, costos de mantenimiento. Todo es Independiente.
TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN Y USO	Bases de Datos totalmente integradas.	Algunos programas y registros de repuestos totalmente manuales.
INVOLUCRAMIENTO DE LOS EMPLEADOS	Equipos de trabajo autónomos.	Algunas reuniones de mejoramiento de seguridad.
ANÁLISIS DE LA CONFIABILIDAD	Programa total de confiabilidad (predicción y ajuste del mantenimiento)	Registro de fallas poco usado (bitácoras).
ANÁLISIS DEL PROCESO	Revisión regular de Los procesos de costo, tiempo y calidad. Certificación ISO 9001. Procesos de mantenimiento.	Revisiones periódicas de procesos técnicos por disciplinas.

- Planeación & programación. Tal vez la peor falencia sea el hecho de realizar actividades sin la planeación y la programación adecuada, es decir, no se realiza ingeniería. Esto se debe a la organización; como se puede ver en el organigrama existen profesionales de transmisión y conmutación pero estos realmente no existen en la zona Bogotá. Los profesionales son reemplazados por los líderes de área, pero no tienen suficiente tiempo, organización y algunos el conocimiento para realizar planes y programas que seña llevados a cabo por los técnicos de aseguramiento.
- Tácticas de mantenimiento. No se tiene definida una táctica de mantenimiento apropiada para los equipos de comunicaciones, por lo que se realiza una inspección basada en el tiempo y el mantenimiento preventivo es realizar simples rutinas que permitan realizar un mantenimiento correctivo en tiempo mínimos preestablecidos por acuerdos de nivel de servicio.
- Medida del desempeño. Para saber como se encuentra el desempeño de la red se elaboran indicadores básicos mediante los reportes hechos al centro de control de incidentes. Estas medidas son comparadas con una meta establecida por las directivas y se le hace seguimiento mensual. Los indicadores actualmente solo se utilizan para saber como esta la zona respecto a la meta, pero es fácil de manipular y no genera un norte para el mantenimiento, en otras palabras no se están utilizando para mantenimiento.
- Tecnología de la información y uso. Como se mencionaba anteriormente la herramienta mas avanzada es la utilizada por el centro de control de incidentes y su funcionalidad esta restringida a lo que es un verdadero sistema para la

gerencia del mantenimiento requiere. Por otra parte las bases de datos son manuales y están distribuidas por toda la zona y la administración de repuestos la realiza otra área que no tiene el conocimiento de la utilización de estos.

- Involucramiento de los empleados. Las reuniones que se realizan como ya se menciono son de control de los indicadores respecto a las metas establecidas, se analizan algunos problemas presentados durante el mes pero sin dejar un valor agregado que aporte al mejoramiento continuo del mantenimiento. El equipo técnico de trabajo es poco motivado y no se le da la suficiente responsabilidad para tomar decisiones y ser autónomo.
- Análisis de la confiabilidad. Hasta hace poco se utilizaban bitácoras, es decir, libros escritos para tener registro de las fallas que se presentaban en la red. Ahora se utiliza la herramienta del centro de control de incidentes pero de igual manera sigue siendo de poca consulta y no es útil para llegar a un programa de confiabilidad o mantenimiento predictivo.
- Análisis del proceso. En la misma reunión o comité realizado mensualmente no se revisan los procesos y la gerencia tampoco a dado indicios de empezar a implementar una certificación ISO o mejorar los procesos actuales.

1.5.2 Falencias de recursos. El personal con el que se cuenta para atender los equipos de la Zona Bogotá, es reducido y trabaja en una forma tal de desorganización que son requeridos mas recursos de los que se tienen, para desarrollar trabajos que no lo justifican, dejando de lado aquellas labores que por el impacto que tienen sobre el negocio deberían ser prioridad para la organización.

Son demasiadas las pérdidas, los problemas y restricciones que la transición ha generado y que de no tener un cambio en la cultura en la gerencia del mantenimiento puede costar demasiado para la empresa. El paradigma de “cambiar cuando se daña”, en equipos con componentes electrónicos, no ha permitido ver mas allá en la evolución del mantenimiento, muchas herramientas han sido desarrolladas para mejorar en la producción o en la prestación de un servicio, herramientas que llevan a un equipo de trabajo a desempeñar mejor sus funciones, modelos y metodología de mejoramiento continuo que llevan a las empresas a estar dentro de la clase mundial, permitiéndoles ser mas competitivas y mucho mas rentables de lo que pueden ser ahora.

1.5.3 Falencias de procesos. En el proceso de aseguramiento antes visto se puede apreciar lo macro de este. Las finalidades de las subprocesos son claros pero aun no se ha creado un documento que aclara cada una de las tareas y actividades que conllevan para conocer las responsabilidades, compromisos, roles y resultados esperados de cada grupo y persona involucrada. El problema mayor se encuentra entre la vicepresidencia y las unidades de negocio de valor agregado, grandes clientes y telefonía local, puesto que el flujo de la información

esta condicionada por la estructura de la compañía y los conductos regulares para el trámite de esta. También se debe citar la cantidad de reclamaciones y solicitudes que debe atender el grupo de aseguramiento que están sin estandarizar y en la practica cada persona tiene su forma particular de atenderlas, priorizarlas y dar respuesta.

Los demás procesos de los que hace parte el grupo de aseguramiento dentro del modelo administrativo matricial, toman bastante tiempo y no se ha definido un esquema de prioridades que permita organizar el funcionamiento del equipo de trabajo. Los procesos de uso y expansión, son los que mas demandan horas hombre, porque el resultado de estas labores impactan directamente los clientes externos que mantienen y generan un aumento en los ingresos, ya que las ordenes de trabajo están orientadas en su mayoría a programar servicios sobre la red para el ingreso de nuevos clientes y mejorar el desempeño de otros.

Es así, como se ve la necesidad de Desarrollar un Modelo Gerencial de Mantenimiento para la Zona Bogotá Regional Centro, en la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica, de Colombia Telecomunicaciones SA ESP, bajo criterios administrativos favorables, acordes al plan estratégico de la compañía, que sirva de ejemplo a nivel nacional y lleve a la compañía a ser la primera en la prestación de servicios de comunicaciones.

## 1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general. Desarrollar un Modelo Gerencial de Mantenimiento para la Zona Bogotá Regional Centro, en la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica, de Colombia Telecomunicaciones SA ESP, bajo criterios administrativos favorables, de acorde al plan estratégico de la compañía.

1.6.2 Objetivos específicos.

- Analizar los elementos de la organización como las directrices y políticas de la Vicepresidencia De Infraestructura Técnica, para conocer como se encuentra actualmente el mantenimiento de la Zona Bogotá Regional Centro.
- Aplicar la metodología QFD para indagar la percepción que tienen los colaboradores de todos los niveles jerárquicos de la Zona Bogotá, sobre los procesos y programas de mantenimiento en las diferentes áreas que la conforman.
- Proponer un modelo gerencial de Mantenimiento que satisfaga las necesidades de la empresa y la Vicepresidencia De Infraestructura Técnica, en función de las subáreas de conmutación, transmisión y energía.
- Elaborar los indicadores de gestión que mas aporten al desempeño de la Zona Bogotá Regional Centro.

## 2. MANTENIMIENTO Y MODELOS GERENCIALES

### 2.1 MANTENIMIENTO

El Centro Internacional de Educación y Desarrollo (1995), define al mantenimiento como: El conjunto de acciones orientadas a conservar o restablecer un sistema y/o equipo a su estado normal de operación, para cumplir un servicio determinado en condiciones económicamente favorables y de acuerdo a las normas de protección integral. Según, Moubray (1997), el mantenimiento significa: "Acciones dirigidas a asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas"<sup>1</sup>. Por su parte Anzola (1992), lo describe como "Aquél que permite alcanzar una reducción de los costos totales y mejorar la efectividad de los equipos y sistemas"<sup>2</sup>.

A partir de los criterios formulados por los autores citados, con relación al concepto de mantenimiento, se puede definir como el conjunto de actividades que se realizan a un sistema, equipo o componente para asegurar que continúe desempeñando las funciones deseadas dentro de un contexto operacional determinado, igual o mejor a cuando se coloco en servicio. Su objetivo primordial es preservar la función, las buenas condiciones de operabilidad, optimizar el rendimiento y aumentar el período de vida útil de los activos, procurando una inversión óptima de recursos.

En Colombia Telecomunicaciones el mantenimiento tiene un valor adicional porque siendo esta una empresa de servicios públicos, la ley la obliga a mantener ininterrumpidamente y con los mejores niveles de calidad el servicio de comunicación que presta. Es por esto que el gobierno ha instaurado una comisión reguladora de telecomunicaciones (CRT), la cual vela por el cumplimiento de las leyes, la libre competencia y garantizar el bienestar de los usuarios de estos servicios, dictando parámetros que pueden determinar la forma o la manera de realizar los mantenimientos sobre las redes de comunicaciones.

2.1.1 Tipos de mantenimiento. El mantenimiento se encuentra dividido en tres grandes grupos, según el estado de los activos, según las actividades realizadas y

---

<sup>1</sup> MOUBRAY, J. *Applying and Implementing Risk-based Inspection Programs: Maintenance & Reliability*. 1 ed. s.l.: s.n., 1997. p. 43.

<sup>2</sup> ANZOLA, F. y PRADHAN, S. *Maintenance Strategies for Greater Availability. Maintenance & Retrofitting*. 1 ed. s.l.: s.n., 1994. p. 39.

según su ejecución en el tiempo como se muestra en la Figura 11. A su vez en telecomunicaciones esta división aplica según la importancia del equipo y la función que desempeñe dentro de la red.

Figura 11. Tipos de mantenimiento



- Según el estado del activo:
  - Mantenimiento operacional: se define como la acción de mantenimiento aplicada a un equipo o sistema a fin de mantener su continuidad operacional, el mismo es ejecutado en la mayoría de los casos con el activo en servicio sin afectar su operación natural.

La planificación y programación de este tipo de mantenimientos son completamente dinámicas, la aplicación de los planes de mantenimiento rutinario se efectúa durante todo el año con programas diarios que dependen de las necesidades que presente un equipo sobre las condiciones particulares de operación, en este sentido el objetivo de la acción de mantenimiento es garantizar la operabilidad del equipo para las condiciones mínimas requeridas en cuanto a eficiencia, seguridad e integridad.

El mantenimiento operacional en la industria de las telecomunicaciones es manejado por personal de planta de la organización con un stock de materiales para consumos de emergencia y los recursos de equipos, herramientas y personal técnico para la ejecución de algunas tareas de campo son obtenidos de empresas bajo la modalidad de *outsourcing*.

- Mantenimiento mayor: es el mantenimiento aplicado a un equipo o instalación donde su alcance en cuanto a la cantidad de trabajos incluidos, el tiempo de ejecución, nivel de inversión o costo del mantenimiento y requerimientos de

planificación y programación son de elevada magnitud, dado que la razón de este tipo de mantenimiento reside en la restitución general de las condiciones de servicio del activo, bien desde el punto de vista de diseño o para satisfacer un periodo de tiempo considerable con la mínima probabilidad de falla o interrupción del servicio y dentro de los niveles de desempeño o eficiencia requeridos.

En comunicaciones normalmente estos mantenimientos se aplican con ventanas de interrupción programadas para poder darle al cliente un tiempo aproximado para restablecer el servicio afectado. Entre las tareas más comunes se encuentran las instalaciones de parches o reinicialización de centrales telefónicas, ampliaciones o movimientos en la red.

La diferencia entre ambos tipos de mantenimiento se basa en los tiempos de ejecución, los requerimientos de inversión, la magnitud y alcance de los trabajos, ya que el mantenimiento operacional se realiza durante la operación normal de los activos, y el mantenimiento mayor se aplica con el activo fuera de servicio. Por otra parte, la frecuencia con que se aplica el mismo es sumamente alta con respecto a la frecuencia de las actividades del mantenimiento operacional, la misma oscila entre cuatro y quince años dependiendo del grado de severidad del ambiente en que está expuesto el componente, la complejidad del proceso operacional, disponibilidad corporativa de las instalaciones, estrategias de mercado, políticas de inversiones, disponibilidad presupuestaria, nivel tecnológico de componentes y materiales, haciendo que en el caso de los equipos electrónicos como los de telecomunicaciones se puedan ver mantenimientos mayores con una frecuencia menor a un año.

- Según las actividades realizadas:
  - Mantenimiento preventivo: es aquel que consiste en un grupo de tareas planificadas que se ejecutan periódicamente, con el objetivo de garantizar que los activos cumplan con las funciones requeridas durante su ciclo de vida útil dentro del contexto operacional donde se ubican, alargar sus ciclos de vida y mejorar la eficiencia de los procesos. En la medida en que se optimicen las frecuencias de realización de las actividades de mantenimiento se logra aumentar las mejoras operacionales de los procesos. En los equipos de conmutación y transmisión se realizan normalmente desde centros de cómputo conocidos como gestores de red, donde se controla en buen funcionamiento de programas y base de datos. En cuanto a los equipos de energía se realizan directamente sobre ellos y buscan garantizar su operación continua.
  - Mantenimiento correctivo: también denominado mantenimiento reactivo, es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto. Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales, o la ausencia de tareas de mantenimiento y a

requerimientos de producción que generan políticas como la de “repara cuando falle”, tal es el caso de la tarjetas electrónicas de abonado y de otros equipos que por la cantidad que existen en la red es mas beneficioso atender al momento de falla. Otros elementos que se atienden cuando fallan son los que se encuentran en exteriores ya que son vulnerables a manipulación de terceros e incluso vandalismo y es casi imposible impedir estos daños.

Existen desventajas cuando se deja trabajar una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, ya que generalmente los costos por impacto total son mayores que si se hubiera inspeccionado y realizado las tareas de mantenimiento adecuadas que mitigaran o eliminaran las fallas.

- Mantenimiento predictivo: es un mantenimiento planificado y programado que se fundamenta en el análisis técnico, programas de inspección y reparación de equipos, el cual se adelanta al suceso de las fallas, es decir, es un mantenimiento que detecta las fallas potenciales con el sistema en funcionamiento. Con los avances tecnológicos se hace más fácil detectar las fallas, ya que se cuenta con sistemas de vibraciones mecánicas, análisis de aceite, análisis de termografía infrarrojo, análisis de ultrasonido, monitoreos de condición, entre otras. En Colombia Telecomunicaciones, no se ha iniciado con este tipo de mantenimiento pero el pro del servicio al cliente es importante pensar en implementar este mecanismo para mitigar el efecto de fallas indeseadas sobre los usuarios de los servicios de comunicaciones.

- Mantenimiento proactivo: es aquel que engloba un conjunto de tareas de mantenimiento preventivo y predictivo que tienen por objeto lograr que los activos cumplan con las funciones requeridas dentro del contexto operacional donde se ubican, disminuir las acciones de mantenimiento correctivo, alargar sus ciclos de funcionamiento, obtener mejoras operacionales y aumentar la eficiencia de los procesos.

- Según su ejecución en el tiempo:

- Mantenimiento rutinario: está relacionado con las tareas de mantenimiento regulares o de carácter diario.

- Mantenimiento programado: está relacionado a los trabajos recurrentes y periódicos de valor sustancial.

- Parada de planta: está relacionado al trabajo realizado durante paradas planificadas.

- Extraordinario: está relacionado al trabajo causado por eventos impredecibles.

No es algo que se pueda ver con la claridad que se desea en la zona Bogotá, y es debido al paradigma del trabajo diario. El día a día, deja de lado el planear y

programar la ejecución de tareas específicas a un tiempo regular. En busca de la empresa de comunicaciones de clase mundial el poder determinar estas tareas con claridad muestra el camino para dar la calidad que los usuarios del servicio de comunicaciones necesitan para establecer una relación a largo plazo.

2.1.2 Costos y beneficios del mantenimiento. El mantenimiento como elemento indispensable en la conformación de cualquier proceso productivo genera un costo que es reflejado directamente en el costo de producción del producto o prestación del servicio, es por ello que la racionalización objetiva de los mismos permitirá ubicar a una empresa dentro de un marco competitivo. A través de la historia el costo de mantenimiento ha sido visto como un mal necesario dado que siempre había sido manejado como un instrumento de restitución global sin considerar los costos de oportunidad de la inversión, por otra parte no se cuantificaba la real necesidad del mismo en cuanto al momento de su ejecución, la magnitud adecuada del alcance del trabajo y los requerimientos de calidad que permitieran asegurar la acción de mantenimiento por el periodo de operabilidad establecido en los análisis.

A continuación se enumeran algunos costos asociados a Mantenimiento:

- Mano de obra: incluye fuerza propia y contratada.
- Materiales: consumibles y Componentes de Reposición.
- Equipos: equipos empleados en forma directa en la ejecución de la actividad de mantenimiento.
- Costos indirectos: artículos del personal soporte (supervisorio, gerencial y administrativo) y equipos suplementarios para garantizar la logística de ejecución (transporte, comunicación, facilidades).
- Tiempo de indisponibilidad operacional: cualquier ingreso perdido por ausencia de producción o penalizaciones por riesgo mientras se realiza el trabajo de mantenimiento.

El mantenimiento aún cuando tiene un costo asociado y por lo general ha sido manejado como un factor negativo en las organizaciones, presenta una serie de beneficios que permiten evaluar el grado de acertividad y de necesidad de esta inversión, por lo cual en cualquier momento un análisis costo – beneficio de la acción de mantenimiento puede orientar hacia el momento oportuno de la aplicación de la misma y la comprensión clara de las razones potenciales que obligan a su realización.

Los beneficios más relevantes alcanzados en una organización con la aplicación de un mantenimiento oportuno son:

- Disminución del riesgo: previniendo la probabilidad de ocurrencia de fallas indeseables o no visualizadas.
- Mejora o recupera los niveles de eficiencia de la instalación o equipo: esto se logra con la reducción de costos operativos e incremento de la producción.

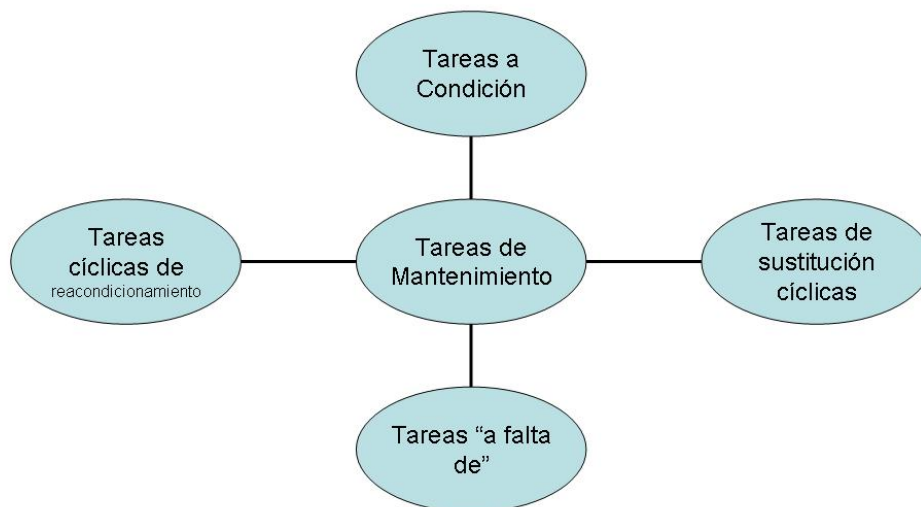
- Prolonga la vida operativa: difiere las decisiones de reemplazo.
- Cumplimiento de requerimientos de seguridad y legales.
- Brillo: mejoramiento de la imagen de la organización con un realce de la impresión de clientes y entorno, así como el incremento de la moral de los trabajadores que operan los equipos e instalaciones.

Colombia Telecomunicaciones es consciente de esta relación y es así que desde su creación se instaura la Vicepresidencia de Servicios de Infraestructura Técnica, como soporte indispensable para las unidades de negocio un con misión firme de dar las mejores condiciones para que el negocio de la compañía se rentable y creciente en el tiempo.

### 2.1.2 Estrategias de mantenimiento: tareas y planes.

- Tareas de mantenimiento: son aquellas que ayudan a decidir qué hacer para prevenir una consecuencia de falla. El que una tarea sea técnicamente factible depende de las características de la falla y de la tarea. Las tareas de estas se clasifican como se muestra en la Figura 12:

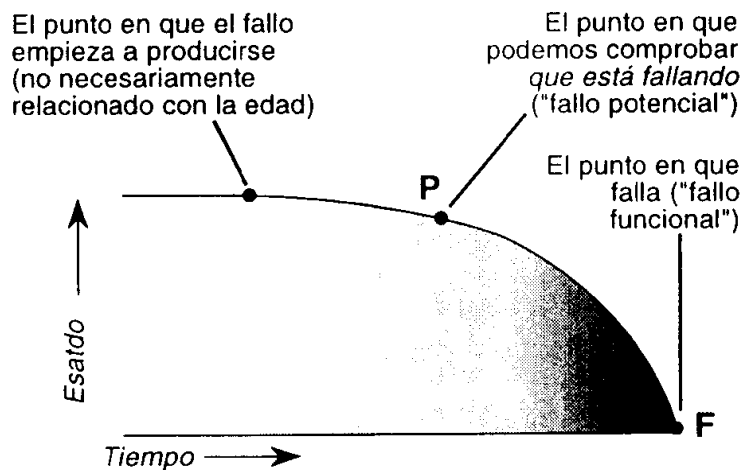
Figura 12. Tareas de mantenimiento



- Tareas a condición: consisten en chequear si los equipos están fallando, de manera que se puedan tomar medidas, ya sea para prevenir la falla funcional o para evitar consecuencias de los mismos. Están basadas en el hecho de que un gran número de fallas no ocurren instantáneamente (fallas potenciales), sino que se desarrollan a partir de un período de tiempo. Los equipos se dejan funcionando a condición de que continúen satisfaciendo los estándares de funcionamiento deseado. El tiempo transcurrido entre la falla potencial y su empeoramiento hasta

que se convierte en una falla funcional está determinado por el intervalo P-F, tal como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Evolución de la falla funcional en el tiempo



Fuente: Moubray, 1997.

Gracias a las entidades reguladoras que determinan los estándares internacionales para los equipos de telecomunicaciones se han fabricado excelentes instrumentos de medición que permiten realizar tareas para verificar la condición de un servicio en determinado tiempo. De igual manera los equipos por si solos realizan pruebas de desempeño que en determinado momento pueden detectar fallas potenciales.

- Tareas cíclicas de reacondicionamiento: consiste en revisar a intervalos fijos un elemento o componente, independientemente de su estado original. La frecuencia de una tarea de reacondicionamiento cíclico está determinada por la edad en que el elemento o componente exhibe un incremento rápido de la probabilidad condicional de falla. Son pocos los elementos de los equipos de comunicaciones que requieren de esta labor, pero como la red esta compuesta por una gran variedad de elementos, algunos de estos instalados a la intemperie o que recorren las calles dentro de tuberías especializadas es necesario realizar un reacondicionamiento para garantizar el servicio.

- Tareas de sustitución cíclicas: consisten en reemplazar un equipo o sus componentes a frecuencias determinadas, independientemente de sus estados en ese momento. La frecuencia de una tarea de sustitución cíclica está gobernada por la "vida útil" de los elementos. Es difícil de ver claramente en una red de

comunicaciones donde la mayoría de elementos son electrónicos y no esta definida su vida útil.

○ Tareas “a falta de”: son las acciones “a falta de” que deben tomarse si no se pueden encontrar tareas preventivas apropiadas. Estas incluyen las tareas “a falta de”: la búsqueda de fallas, el no realizar ningún tipo de mantenimiento y el rediseño. Las tareas “a falta de” están regidas por las consecuencias de la falla. Algo muy común en equipos electrónicos y en especial de telecomunicaciones donde no es claro la evolución de las fallas, pero la solución ejecutada se puede establecer como una tarea y aplica en el futuro para evitar que se produzca el daño.

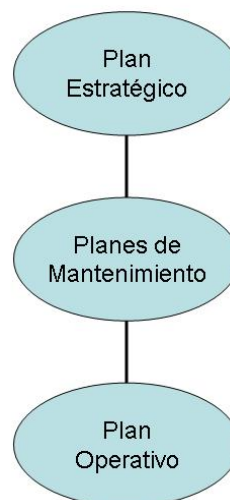
Además de decidir qué debe hacerse para que un activo no pierda su función, es necesario responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuándo debería ejecutarse?
- ¿Quién debería ejecutar la tarea?

La primera pregunta depende de la falla, y la segunda depende de la gerencia de la empresa, por lo general se selecciona a la persona o personas que estén en la mejor condición para llevar a cabo la tarea eficiente. Como en la zona Bogotá donde se tiene grupos independientes por especialidad: conmutación, transmisión y energía, además de grupos por tecnologías específicas.

• Planes de mantenimiento: es el conjunto de tareas de mantenimiento seleccionadas y dirigidas a proteger la función de un activo, estableciendo una frecuencia de ejecución de las mismas y el personal destinado a realizarlas. Se pueden establecer dos enfoques de plan de mantenimiento como se muestra en la Figura 14:

Figura 14. Planes de mantenimiento



- Plan estratégico: es el plan corporativo o divisional que consolida las instalaciones y/o equipos que serán sometidos a mantenimiento mayor en un periodo determinado y que determina el nivel de inversión y de recursos que se requiere para ejecutar dicho plan.
- Plan operativo: es el plan por medio del cual se definen y establecen todos los parámetros de cómo hacer el trabajo, es decir, se relacionan con el establecimiento de objetivos específicos, medibles y alcanzables que las divisiones, los departamentos, los equipos de trabajo y las personas dentro de una organización deben lograr comúnmente a corto plazo y en forma concreta. Los planes operativos se emplean como instrumento de implementación a corto plazo para la consecución de los objetivos de cada una de las acciones que conforman los planes estratégicos que por sí solos no pueden garantizar el éxito de su ejecución.

En Colombia Telecomunicaciones los planes de mantenimiento deberían ser responsabilidad de la vicepresidencia y la gerencia de mantenimiento a nivel estratégico y de cada equipo de aseguramiento a nivel operativo, pero en el momento no existen dichos planes como tal. Para la vicepresidencia y la gerencia de mantenimiento todos los equipos son igual de importantes por lo que a medida que se presentan las necesidades se van adjudicando recursos para el mantenimiento, además los objetivos y metas son números impuestos por las unidades de negocio para poder ofrecer el servicio con cierta calidad. A nivel de zona y equipo de aseguramiento se tienen los objetivos y metas a alcanzar según dicta la vicepresidencia, pero no se desarrolla el como alcanzarlos en el corto plazo, por lo que las actividades que se realizan son de reacción y se controlan los problemas específicos cuando ocurren para no afectar las metas esperadas.

## 2.2 MANTENIMIENTO DE CLASE MUNDIAL

Para el trabajo que se esta desarrollando en este proyecto de grado, es indispensable tener una visión y la que mas conviene para Colombia Telecomunicaciones es llegar a ser una empresa de telecomunicaciones de clase mundial. Los puntos claves para conocer que se requiere para estar en la clase mundial se presentan a continuación iniciando por el concepto básico de esta filosofía.

El Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED), define esta filosofía como “el conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento, que reúne elementos de distintos enfoques organizacionales con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico, las cuales aplicadas en forma coherente generan ahorros sustanciales a las empresas”.

La categoría Clase Mundial, exige la focalización de los siguientes aspectos:

- Excelencia en los procesos medulares.
- Calidad y rentabilidad de los productos o servicios.
- Motivación y satisfacción del personal y de los clientes.
- Máxima confiabilidad.
- Logro de la producción requerida.
- Máxima seguridad personal.
- Máxima protección ambiental.

Diez mejores prácticas que sustentan el mantenimiento clase mundial:

- Organización centrada en equipos de trabajo: se refiere al análisis de procesos y resolución de problemas a través de equipos de trabajo multidisciplinarios y a organizaciones que evalúan y reconocen formalmente esta manera de trabajar.
- Contratistas orientados a la productividad: se debe considerar al contratista como un socio estratégico, donde se establecen pagos vinculados con el aumento de los niveles de producción, con mejoras en la productividad y con la implantación de programas de optimización de costos. Todos los trabajos contratados deben ser formalmente planificados, con alcances bien definidos y presupuestados, que conlleven a no incentivar el incremento en las horas - hombres utilizadas.
- Integración con proveedores de materiales y servicios: considera que los inventarios de materiales sean gerenciados por los proveedores, asegurando las cantidades requeridas en el momento apropiado y a un costo total óptimo. Por otro lado, debe existir una base consolidada de proveedores confiables e integrados con los procesos para los cuales se requieren tales materiales.
- Apoyo y visión de la gerencia: involucramiento activo y visible de la alta Gerencia en equipos de trabajo para el mejoramiento continuo, adiestramiento, programa de incentivos y reconocimiento, evaluación del empleado, procesos definidos de selección y empleo, programas de desarrollo de carrera.
- Planificación y programación proactiva: la planificación y programación son bases fundamentales en el proceso de gestión de mantenimiento orientada a la confiabilidad operacional. El objetivo es maximizar la efectividad y la eficacia de la capacidad instalada, incrementando el tiempo de permanencia en operación de los equipos e instalaciones, el ciclo de vida útil y los niveles de calidad que permitan operar al más bajo costo por unidad producida. El proceso de gestión de mantenimiento y confiabilidad debe ser metódico y sistemático, de ciclo cerrado con retroalimentación. Se deben planificar las actividades a corto, mediano y largo plazo tratando de maximizar la productividad y confiabilidad de las instalaciones con el involucramiento de todos los actores de las diferentes organizaciones bajo procesos y procedimientos de gerencia documentados.
- Procesos orientados al mejoramiento continuo: consiste en buscar continuamente la manera de mejorar las actividades y procesos, siendo estas mejoras promovidas, seguidas y reconocidas públicamente por las gerencias. Esta filosofía de trabajo es parte de la cultura de todos en la organización.

- Gestión disciplinada de procura de materiales: procedimiento de procura de materiales homologados y unificados en toda la corporación, que garantice el servicio de los mejores proveedores, balanceando costos y calidad, en función de convenios y tiempos de entrega oportunos y utilizando modernas tecnologías de suministro.
- Integración de sistemas: se refiere al uso de sistemas estándares en la organización, alineados con los procesos a los que apoyan y que faciliten la captura y el registro de datos para análisis.
- Gerencia disciplinada de paradas de plantas: paradas de plantas con visión de Gerencia de Proyectos con una gestión rígida y disciplinada, liderada por profesionales. Se debe realizar adiestramiento intensivo en Paradas tanto a los custodios como a los contratistas y proveedores, y la planificación de las Paradas de Planta se deben realizar con 12 a 18 meses de anticipación al inicio de la ejecución física involucrando a todos los actores bajo procedimientos y prácticas de trabajo documentadas.
- Producción basada en confiabilidad: grupos formales de mantenimiento predictivo y de confiabilidad (ingeniería de mantenimiento) deben aplicar sistemáticamente las más avanzadas tecnologías y metodologías existentes del mantenimiento predictivo como: vibración, análisis de aceite, ultrasonido, alineación, balanceo y otras. Este grupo debe tener la habilidad de predecir el comportamiento de los equipos con 12 meses de anticipación y coordinar la realización de procesos formales de “análisis causa-raíz” y otras herramientas de confiabilidad (MCC, IBR, AC, MCC-R, O.C.R., etc.).

En lo que resta del capítulo se describen algunas de las metodologías más utilizadas para llegar a un mantenimiento de clase mundial y que son pieza clave en la administración de activos como se menciona en el ítem 5.3.3.

2.2.1 Confiabilidad operacional. El crecimiento continuo de la mecanización implica que los períodos improductivos tienen un efecto más importante en la producción, costo total y servicio al cliente, lo que se hace más latente con el movimiento mundial hacia los sistemas de producción justo a tiempo, tratando de evitar en todo momento que pequeñas averías puedan causar el paro de una planta. Además se busca una automatización más extensa en donde coexista una relación más estrecha entre la condición de la maquinaria y la calidad del producto. Otra de las características en el aumento de la mecanización es el impacto ambiental que genera el fallo de una planta, así como también las nuevas filosofías en el personal gerente, los sindicatos, los medios de información y el gobierno.

Las nuevas investigaciones están cambiando las creencias más básicas acerca del mantenimiento, tal es el caso, que debido a la gran cantidad de variables que están presentes en un contexto operacional determinado es difícil determinar una

relación directa y única entre el tiempo de vida útil de los equipos y sus probabilidades de falla. Otra es que no existe un solo patrón de falla si no que existen seis tipos de patrones, sujetos a cambios en el tiempo. Además se ha demostrado que el riesgo puede controlarse.

Como parte de estas nuevas tendencias surgen las metodologías de Confiabilidad Operacional, pero para comprender lo que ellas quieren decir es importante definir el término de confiabilidad, el cual se refiere a la probabilidad de que un componente de un equipo o sistema cumpla con las funciones requeridas durante un intervalo de tiempo bajo condiciones dadas en el contexto operacional donde se ubica.

Existen cuatro parámetros operacionales a los que se debe hacer un adecuado análisis cuando se quiera realizar un programa para optimizar la Confiabilidad Operacional de un activo. Cabe destacar que la Confiabilidad Operacional va en función de la variación en conjunto o individual de cada uno de estos parámetros. Para la ejecución de un programa de Confiabilidad Operacional se deben establecer planes y estrategias para lograr asentar las bases del éxito. Esos planes y estrategias consideran los siguientes aspectos:

- Evaluación de la situación en cuanto al tipo de equipos, modos de falla relevantes, ingresos y costos, entorno organizacional, síntomas percibidos, posibles causas y toma de decisiones.
- Diseño del sendero, para poder orientar la secuencia de las metodologías que mejor se adaptan a las circunstancias.
- Generar niveles de iniciativas que permitan determinar el impacto potencial de cada una, visualizando el valor agregado.
- Definición de proyectos, identificando actores, nivel de conocimientos, anclas, combinación de metodologías y pericia.

• Elementos básicos de confiabilidad: los análisis de confiabilidad están conformados por una serie de elementos intrínsecos en las estructuras de los procesos, así como una serie de herramientas y filosofías, los cuales al ser interrelacionados proporcionan la información referencial para la toma de decisiones en cuanto al direccionamiento de los planes de mantenimiento. Los elementos de confiabilidad intrínsecos en el comportamiento de los procesos y las instalaciones son los siguientes:

- Falla: disminución ó pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado. Es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Esta condición puede interrumpir la continuidad o secuencia ordenada de un proceso, donde ocurren una serie de eventos que tienen más de una causa. Existen dos tipos de falla, las cuales son explicadas a continuación:

❖ Falla funcional: es la capacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Por ejemplo, un equipo deja de funcionar totalmente.

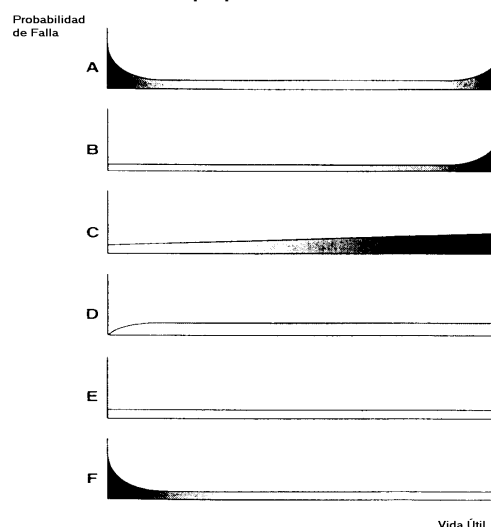
❖ Fallas Parciales (Potenciales): se definen como las condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional. Estas fallas están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función. Por ejemplo, el elemento no cumple un estándar o parámetro establecido de su servicio.

Las causas de cualquier falla pueden ubicarse en una de estas siete categorías:

- ❖ Defectos de diseño
- ❖ Defectos de materiales
- ❖ Manufactura o procesos de fabricación defectuosos
- ❖ Ensamblaje o instalación defectuosos
- ❖ Imprevisión en las condiciones de servicio
- ❖ Mantenimiento deficiente
- ❖ Malas prácticas de operación: para identificar y analizar las fallas, se requiere de un profundo conocimiento del sistema, las operaciones, el personal y los métodos de trabajo, por lo tanto es el resultado de un trabajo en equipo.

○ Probabilidad de falla: posibilidad de ocurrencia de un evento en función del número de veces que ha ocurrido para un equipo o familia de equipo en un periodo específico. La representación gráfica de la probabilidad condicional de falla contra la vida útil de los equipos da origen a diferentes modelos de fallas que serán representativos para una gran variedad de equipos eléctricos y mecánicos, tal como se observa en la Figura 15.

Figura 15. Modelos de fallas de equipos



- ❖ El modelo A es conocido como la curva de la bañera. Comienza con un período de mortalidad infantil (falla de infancia) que tiene una incidencia de falla alta que va decreciendo a medida que transcurre el tiempo, la frecuencia de falla disminuye hasta llegar a estabilizarse en un índice aproximadamente constante. Luego comienza el período de operación normal (falla aleatoria) donde el índice de fallas permanece aproximadamente constante y éstas pueden ocurrir en cualquier edad. Por último ocurre el período de desgaste (falla por edad) que se caracteriza porque el índice de fallas aumenta a medida que transcurre el tiempo.
- ❖ El modelo B es la llamada curva de la falla tradicional, donde el índice de fallas aumenta a medida que transcurre el tiempo.
- ❖ El modelo C se diferencia de los modelos A y B en que registra un deterioro constante desde el principio, con una probabilidad de falla que aumenta con el uso.
- ❖ El modelo D corresponde a un elemento cuya probabilidad de falla es baja cuando es nuevo, luego ocurre un incremento rápido de falla seguido de un comportamiento aleatorio.
- ❖ El modelo E representa un elemento que tiene la misma probabilidad de falla en cualquier momento y muestra que no hay relación entre la edad funcional de los equipos y la probabilidad de que fallen.
- ❖ El modelo F es la llamada curva de la “J invertida”, y combina la mortalidad infantil muy alta con nivel constante de falla luego de esta dificultad inicial.

Los modelos A, B y C están asociados al envejecimiento y en el punto de desgaste definitivo se produce un incremento rápido de la probabilidad de fallas. Las características de desgaste definitivo ocurren más a menudo en los equipos que están en contacto directo con el producto; en general estos modelos son aplicados a equipos sencillos. Los modelos D, E y F no están asociados al envejecimiento y se caracterizan porque después de un período inicial, la relación entre confiabilidad y la edad operacional es mínima o nula; estos modelos son típicos de los equipos de electrónica, hidráulica y neumática.

- Consecuencia: cuantificación de la magnitud de pérdida financiera que registra una empresa producto de la ocurrencia de un evento.
  - Riesgo: nivel final ponderado de un equipo, sistema o instalación en una matriz que determina el grado de pérdida potencial asociada a un evento con probabilidad no despreciable de ocurrencia en el futuro.
  - Incertidumbre: grado de desconocimiento sobre el comportamiento de una condición o activo.
  - Sensibilización: modelaje de escenarios sobre las premisas de la peor, la mejor y situación más probable.
  - Predictibilidad: pronóstico de ocurrencia de un evento en función del producto del nivel de riesgo con la condición de integridad del activo.
- Herramientas de confiabilidad operacional: la confiabilidad como metodología de análisis debe soportarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el

comportamiento del componente de una forma sistemática a fin de poder determinar el nivel de operabilidad, la magnitud del riesgo y las acciones de mitigación y de mantenimiento que requiere el mismo para asegurar al custodio o dueño del activo su integridad y continuidad operacional. Las herramientas en cuestión están basadas sobre una plataforma de cálculo de probabilidades estadísticas y ponderaciones relativas de los elementos financieros, operacionales, históricos y de seguridad.

El empleo de las herramientas de confiabilidad permiten detectar la condición más probable en cuanto al comportamiento de un activo, ello a su vez proporciona un marco referencial para la toma de decisiones que van a direccionar la formulación de planes estratégicos de mantenimiento de los activos de una organización, no obstante, es importante aclarar que las mismas solo podrán ser útiles y efectivas si son manejadas dentro de la Sinergia de un Equipo Natural de Trabajo.

Actualmente se ha establecido la clasificación de Mantenimiento Clase Mundial, la cual permite identificar las organizaciones que planifican y ejecutan el mantenimiento dentro de los mejores índices de costo, seguridad, tiempo y confiabilidad, esta condición solo puede alcanzarse con el empleo de las herramientas de confiabilidad desarrolladas en el ámbito mundial ya que son el único medio efectivo para soportar la decisión de aplicar el mantenimiento en el momento oportuno con el menor costo y sin restringir la acción de mantenimiento sobre los requerimientos reales del equipo o componente.

2.2.2 Análisis de criticidad. El Análisis de Criticidad es la herramienta que permite establecer niveles jerárquicos en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. Es el análisis de confiabilidad que establece un orden de prioridades de mantenimiento sobre una serie de instalaciones y equipos, otorgando un valor numérico o estatus, en función de una matriz que combina la condición actual del equipo, el nivel de producción de cada equipo o instalación, el impacto ambiental y de seguridad. Establecer un orden de prioridades, que dependerá de la estructura jerárquica del proceso.

¿Cómo se Realiza un Análisis de Criticidad?

- Definiendo el alcance y objetivo para el estudio.
- Estableciendo criterios de importancia.
- Seleccionando o diseñando un método de evaluación que permita jerarquizar los sistemas objetos de estudio.

Cuando se hace mención a criterios de importancia se refiere a los siguientes:

- Seguridad.
- Ambiente.

- Producción.
- Costos de operación y mantenimiento.
- Frecuencia de falla.
- Tiempo promedio para reparar.

¿Cuándo se debe aplicar Análisis de Criticidad?

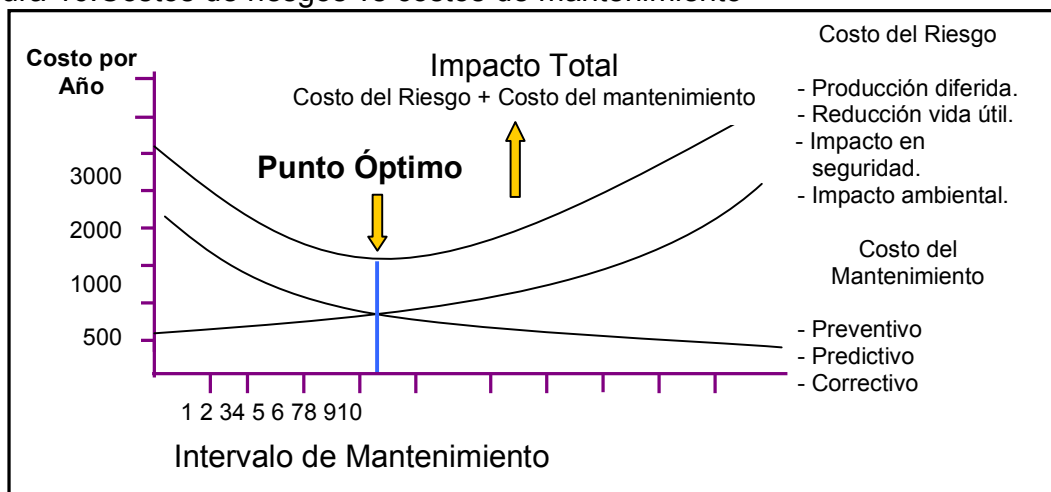
Un Análisis de Criticidad se debe aplicar cuando estén presentes los siguientes requerimientos:

- Establecer líneas de acciones prioritarias en sistemas complejos.
  - Solventar problemas con pocos recursos
  - Determinar el impacto global de cada uno de los sistemas, equipos y componentes presentes en el negocio.
  - Aplicar las metodologías de Confiabilidad Operacional.
  - Crear valor.
  - Optimización Costo Riesgo (OCR): la Optimización Costo Riesgo es una metodología que permite determinar los costos asociados a la realización de actividades de mantenimiento preventivo y los beneficios esperados por sus ejecuciones, sin dejar de considerar los riesgos involucrados, para identificar la frecuencia óptima de las acciones de mantenimiento con base al costo total mínimo u óptimo que genera.
- Objetivo de una optimización costo riesgo: determinar la frecuencia óptima de las acciones de mantenimiento preventivo por medio de la realización de un balance de costos / riesgos asociados a estas actividades y los beneficios que generan.
  - Características de la herramienta optimización costo riesgo:
    - ❖ Se basa en el uso de paquete de computación conocido bajo el nombre de APT-MAINTENANCE y APT INSPECTION.
    - ❖ Permite realizar evaluaciones en un corto plazo con resultados certeros.
    - ❖ Optimiza frecuencias y costos de actividades.

Cuando se hace referencia a los costos variables se indica el porcentaje de ocasiones en que la tarea planificada tuvo “x” costo, mientras que cuando se tratan los costos incrementales se mencionan los costos unitarios de la tarea planificada al haber transcurrido “x” tiempo desde la última acción de mantenimiento, es decir, los costos por aumento de tareas.

Además se añade el significado de impacto global, quien es una función de la frecuencia con que se realizan las actividades de mantenimiento preventivo y el riesgo que está latente al tiempo en que se ejecuten. Se obtiene al sumar punto a punto los costos de la ejecución de una tarea de mantenimiento durante un intervalo de tiempo determinado y el riesgo que se asocia por la frecuencia de esta ejecución. La representación gráfica se muestra en la Figura 16.

Figura 16. Costos de riesgos vs costos de mantenimiento



Fuente: Introducción a la Confiabilidad Operacional. CIED. (2000).

- Beneficios de la Optimización Costo Riesgo:
  - ❖ Frecuencias óptimas de actividades de mantenimiento preventivo, basadas en su contexto operacional.
  - ❖ Extensión de la vida útil de componentes y equipos.
  - ❖ Optimización de inventarios de repuestos.
  - ❖ Optimización de fuerza hombre asociada a ejecución de actividades de mantenimiento.
  - ❖ Costos totales optimizados en la mejor relación producción / mantenimiento.

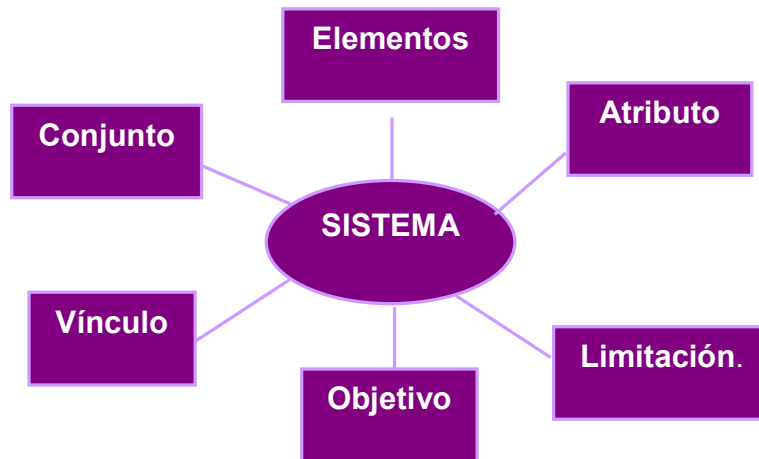
- **Análisis Causa Raíz (ACR):** dentro del marco de confiabilidad es la herramienta fundamental para determinar las causas fundamentales que generan una repetición de falla o en su defecto dentro de un conjunto de fallas, la anomalía de mayor peso en cuanto al impacto operacional, económico, en la seguridad y el ambiente. Es una herramienta sistemática que se aplica con el objetivo de determinar las causas que originan las fallas, sus impactos y frecuencias de aparición, para luego mitigarlas o suprimirlas totalmente.

Se aplica generalmente en problemas puntuales para equipos críticos de un proceso o cuando existe la presencia de fallas repetitivas.

Para aplicar un Análisis Causa Raíz se debe tener una definición clara del sistema para comprender la interrelación existente entre los diversos niveles de un proceso, lo que permitirá a la hora de realizar un estudio, considerar todos los factores, aspectos y condiciones que están presentes en un entorno, ya que cualquiera de ellos puede generar una falla.

El Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED), define el sistema como: “el conjunto de elementos definido por cada uno de sus atributos y relacionados entre sí por medio de vínculos para lograr determinados objetivos, dentro de un cuadro de limitaciones definidas”. Véase Figura 17.

Figura 17. Componentes de un Sistema



Por otra parte es necesario analizar el activo que será objeto para la aplicación de esta metodología de confiabilidad operacional, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis del activo

Para	Entonces
Conocer cada elemento	Se deben identificar sus funciones
Lograr relacionarlos entre sí por medio de vínculos	Se deben determinar la forma de como están relacionados para formar el sistema, por lo que se lograra conocer lo que ocurre en su entorno, aguas arriba, aguas abajo y en el ambiente. Se deben obviar los factores que limiten, relacionados por ejemplo con:
Analizarlo dentro de un marco de limitaciones definidas	Operación / Procesos Materiales. Construcción. Dirección. Presupuesto.

Fuente: Introducción a la Confiabilidad Operacional. CIED. (2000).

- Objetivo del Análisis Causa Raíz: determinar el origen de una falla, la frecuencia con que aparece y el impacto que genera, por medio de un estudio profundo de los factores, condiciones, elementos y afines que podrían originarla, con la finalidad de mitigarla o redimirla por completo una vez tomadas las acciones correctivas que sugiere el mencionado análisis.

- Aplicaciones del Análisis Causa Raíz: como se dijo anteriormente, se aplica generalmente en problemas puntuales que se presentan en equipos críticos para un proceso o que presentan fallas repetitivas, por lo tanto debe aplicarse cuando:
  - ❖ Se requiera el análisis de fallas que se presentan continuamente o en procesos críticos.
  - ❖ Cuando se necesite un análisis del proceso de diseño, de aplicación de procedimientos y de supervisión.
  - ❖ Necesidad de analizar diferencias organizacionales y programática.
  
- Causas raíces: existen tres tipos de causas que deber ser identificadas durante el desarrollo de Análisis Causa Raíz, las cuales serán descritas a continuación:
  - ❖ Causa raíz física: es la causa tangible de porque está ocurriendo una falla. Siempre proviene de una raíz humana o latente. Son las más fáciles de tratar y siempre requieren verificación.
  - ❖ Causa raíz humana: es producto de errores humanos motivados a sus inapropiadas intervenciones. Nacen por la ausencia de decisiones acertadas, que pueden ser por convicción o comisión. Nunca utiliza nombres individuales o grupales cuando se especifica la causa.
  - ❖ Pueden ser muy sensitivas a una política de “Punto de Vista” o “Caza de brujas”. Necesitan verificación y no solamente se forman en ambientes donde el personal se siente presionado.
  - ❖ Causa raíz latente: es producto de la deficiencia de los sistemas gerenciales de información. Proviene de errores humanos. En ciertas ocasiones afectan más que el problema que se está estudiando, ya que pueden generar circunstancias que generen nuevas fallas.
  
- Beneficios de un Análisis Causa Raíz:
  - ❖ Evita la repetición de fallas.
  - ❖ Aumenta la confiabilidad, disponibilidad y seguridad.
  - ❖ Mayor eficiencia, rentabilidad y productividad.
  - ❖ Disminución del número de incidentes.
  - ❖ Reduce impactos ambientales y accidentes.

2.2.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM). El mantenimiento productivo total surgió en Japón gracias a los esfuerzos del *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción Justo a Tiempo, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Este sistema además de tener una aplicación directa en la industria de producción de bienes plantea un procedimiento y una metodología que puede utilizarse en la industria de los servicios, razón por la cual es la base del modelo propuesto en el

capítulo 4, para realizar el mantenimiento de la zona Bogotá de la empresa prestadora de servicios de telecomunicación Colombia Telecomunicaciones.

Para entender un poco más TPM es necesario saber que estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, sobre la base de la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el TQM.

La empresa industrial tradicional suele estar dotada de sistemas de gestión basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega asimismo largos, trabajadores con una formación muy especificada y control de calidad sobre la base de la inspección del producto. Cuando dicha empresa ha precisado emigrar desde este sistema a otros más ágiles y menos costosos, ha necesitado mejorar los tiempos de entrega, los costes y la calidad simultáneamente, es decir, la competitividad, lo que le ha supuesto entrar en la dinámica de gestión contraria a cuanto se ha mencionado: series cortas, de múltiples productos, en tiempos de operaciones cortos, con trabajadores polivalentes y calidad basada en procesos que llegan a sus resultados en la primera, tal como ocurre en una empresa de servicios de telecomunicaciones.

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

- Conceptos y definiciones: el objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos se puede definir como conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos: la frecuencia de las averías y El tiempo necesario para reparar las mismas.

El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.

El segundo factor denominado mantenibilidad es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

- Evolución de la Gestión de Mantenimiento: para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas. Siendo la primera de ellas el Mantenimiento de Reparaciones (o Reactivo), el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y, una vez ejecutada la reparación todo quedaba allí.

Con posterioridad y como segunda fase de desarrollo se dio lugar a lo que se denominó el Mantenimiento Preventivo. Con ésta metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica sobre la base de la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar.

En los años sesenta tuvo lugar la aparición del Mantenimiento Productivo, lo cual constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y mantenibilidad.

Finalmente se llega al TPM, el cual comienza a implementarse en Japón durante los años sesenta. El mismo incorpora una serie de nuevos conceptos a los desarrollados a los métodos previos, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a los conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo.

El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total

ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC).

El MBT trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento. En tanto que el MBC trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operativa correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado en los siguientes cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
  - Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
  - Utilización eficaz de los equipos existentes.
  - Control de la precisión de las herramientas y equipos.
  - Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
  - Formación y entrenamiento del personal.
- Mudos (pérdidas o despilfarros) de los equipos:
    - Por un lado se tienen las averías y tiempos de preparación que ocasionan tiempos muertos o de vacío.

- En segundo término se tiene el funcionamiento a velocidad reducida y los tiempos en vacío, todo lo cual genera pérdidas de velocidad del proceso.
- Y por último están las pérdidas por productos y procesos defectuosos ocasionados por los defectos de calidad y repetición del trabajo.

Estas pérdidas deben ser eliminadas o reducidas a su mínima expresión.

- Medios de mejora del mantenimiento
  - Averías:
    - ❖ Suprimir las causas.
    - ❖ Anticiparse – Mantenimiento Preventivo
  - Repuestos:
    - ❖ Gestión Racional.
  - Mano de Obra:
    - ❖ Facilitar el trabajo.
    - ❖ Mejorar la utilización de los medios.
    - ❖ Utilización del personal operativo.
  
- Etapas de implementación: la implementación está conformada por una serie de fases, las cuales se resumen a continuación:
  - Preparación:
    - ❖ Decisión de aplicar el TPM en la empresa.
    - ❖ Campaña de información.
    - ❖ Formación de comités.
    - ❖ Análisis de las condiciones existentes.
    - ❖ Diagnostico.
    - ❖ Planificación.
  
  - Implementación:
    - ❖ Capacitación.
    - ❖ Implementación de las 3 Y: Motivación, Competencia y Entorno de Trabajo.
    - ❖ Implementación del Control Estadístico de Procesos para monitoreo.
    - ❖ Determinación y cálculo de ratios e indicadores.
    - ❖ Experiencia piloto.
    - ❖ Aplicación de mantenimientos Autónomo. Implementación de las 5 “S”.
    - ❖ Aplicación de mantenimiento planificado.
  
  - Evaluación: Análisis de resultados obtenidos.
  
  - Estandarización: Se estandarizan los resultados obtenidos y luego se da comienzo a un nuevo proceso continuo de mejora en materia de fiabilidad y durabilidad.

- Actividades fundamentales:

- Mantenimiento Autónomo: Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las Cinco "S". Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.

- Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos. Se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran.

- Mantenimiento Planificado: Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

- Prevención de Mantenimiento: Mediante el desarrollo de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimientos. Se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del período entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.

- Mantenimiento Predictivo: Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma pueden programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución. Así pues el Mantenimiento Predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados, averías importantes y accidentes. Entre los beneficios de su aplicación se tienen:

- ❖ Reducción de paros.
- ❖ Ahorro en los costos de mantenimiento.
- ❖ Alargamiento de vida de los equipos.

- ❖ Reducción de daños provocados por averías.
- ❖ Reducción en el número de accidentes.
- ❖ Más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta.
- ❖ Mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos.

Entre las tecnologías utilizadas para el monitoreo Predictivo están:

- ❖ Análisis de vibraciones.
- ❖ Análisis de muestras de lubricantes.
- ❖ Termografía.
- ❖ Análisis de las respuestas acústicas.

## 2.3 ADMINISTRACIÓN MODERNA

A continuación se describen algunas de las nuevas herramientas administrativas más conocidas y que por su filosofía agregan más valor al modelo gerencial desarrollado en este trabajo.

2.3.1 *Empowerment*. Significa crear un ambiente en el cual los empleados de todos los niveles sientan que tienen una influencia real sobre los estándares de calidad, servicio y eficiencia del negocio dentro de sus áreas de responsabilidad. Esto genera un involucramiento por parte de los trabajadores para alcanzar metas de la organización con un sentido de compromiso y autocontrol y por otra parte, los administradores están dispuestos a renunciar a parte de su autoridad en la toma de decisiones y entregarla a trabajadores y equipos. Empleados, administrativos o equipos de trabajo poseen el poder para la toma de decisiones en sus respectivos ámbitos, esto implica aceptación de responsabilidad por sus acciones y tareas.

- Fundamento: según *Koontz y Weichrich*<sup>3</sup>, funciona así:

Poder = Responsabilidad (P = R)

Si Poder > Responsabilidad (P > R). El resultado sería una conducta autocrática por parte del superior, a quien no se hace responsable por sus acciones.

Si Responsabilidad > Poder (R > P). El resultado sería la frustración por parte de los subordinados, ya que carecen del poder necesario para desempeñar las actividades de las que son responsables.

- Características:

---

<sup>3</sup> KOONTZ, Harold y WEICHRICH, Heinz. Administración. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 1998.

- Los trabajadores se sienten responsables no sólo por su tarea, sino por hacer que la organización funcione mejor.
  - El individuo se transforma en un agente activo de solución de sus problemas.
  - El trabajador toma decisiones en lugar de ser un simple duplicador de órdenes.
  - Las organizaciones se diseñan y rediseñan para facilitar la tarea de sus integrantes.
- Acciones a seguir:
    - Definir los elementos claves de cada trabajo.
    - Establecer y revisar periódicamente los indicadores.
    - Describir claramente los objetivos y resultados esperados.
    - Potenciar, enseñar, retro-alimentar.
- Resultados:
    - Mejora el desempeño de los equipos de trabajo.
    - Genera mayor nivel de productividad y producción de iniciativas sobre hechos concretos.
    - Incrementa la satisfacción de los clientes.
    - Se logra un mejor desempeño frente a la competencia.
    - Trata de corregir excesiva centralización de los poderes en las empresas.
    - Promueve la colaboración y participación activa de los integrantes de la empresa.
    - Potencia el trabajo en equipo y la toma de decisiones inmediatas ante cambios en el medio ambiente de la empresa.
    - Favorece la rápida toma de decisiones.
    - Involucra al personal para ofrecer calidad al cliente.
    - Mejora los servicios.
    - Faculta al empleado para tomar decisiones.
    - Motiva al personal a sentirse tomado en cuenta y que es parte importante en las actividades.
- Desarrollando una actitud de Empowerment:
    - De los errores se aprende.
    - Las personas son personas. Tienen autoestima, quieren ser escuchados, tienen opinión, quieren ser responsables.
    - La delegación exitosa. Establezca misiones y confíe.
    - Redefina su poder. Establezca una mezcla de: competencia, empatía, jerarquía, etc.
    - Lidere: monitoree, oriente, decida, guíe, refuerce.

2.3.2 *Coaching*. Es una formación individualizada. Algunos expertos lo definen como un proceso de orientación y entrenamiento que muchas compañías prestan a directivos que están consolidados en sus puestos y que son valiosos para las

propias empresas. A través de este modo de ser se hace del *coaching* una ayuda a los ejecutivos para ser más eficaces en sus puestos. No sólo se benefician los empleados de ellos, sino también las empresas.

La figura del *coach* proviene del mundo deportivo. Es el entrenador de un equipo que recomienda lo que hay que hacer pero también tiene un fuerte componente de liderazgo y motivación. Marca la estrategia a seguir y la táctica pero además debe estimular psicológicamente y lograr que los jugadores se diviertan y sean ordenados en sus pensamientos.

Para algunos, el *coaching* es una especie de premio ya que está dirigido a personas o profesionales más valiosos y de más interés para la empresa. Por ello, las empresas utilizan esta técnica para los directivos en los que quieren invertir, en los que asumen responsabilidades y en los que sus decisiones tendrán gran importancia para la empresa.

En Colombia Telecomunicaciones, esta formación está por implementarse. Actualmente los directivos hacen parte de un equipo de trabajo que toma decisiones y las transmite a sus empleados por medios físicos para que sean ejecutadas y respuestas a satisfacción, siempre bajo la premisa de búsqueda de resultados sin importar los medios para obtenerlos. Esto lleva a los subalternos y demás empleados a realizar las labores sin motivación, sin conocer la estrategia de la empresa que busca su visión y cumplir con su misión. Muchos de los problemas que se presentan en la zona Bogotá es por la falta de capacitación en los profesionales con personal a cargo como se menciona en el capítulo 4.

2.3.4 Justo A Tiempo (JIT). Herramienta encargada de proveer la cantidad de materiales en cada fase del proceso productivo y una vez terminado, al cliente, en las cantidades requeridas y en el momento solicitado. Filosofía industrial de eliminación de todo desperdicio del proceso productivo. Incluye el proceso que va desde las compras hasta la distribución.

- Objetivos:
  - Atacar problemas fundamentales.
  - Eliminación de despilfarro.
  - Búsqueda de la simplicidad.
  - Diseño permanente de sistemas de identificación de problemas.
  
- Beneficios:
  - Elimina los desperdicios.
  - Disminuye el tiempo de espera en cada fase de producción.
  - Reduce los espacios destinados a los inventarios.
  - Aumenta la productividad de las operaciones directas e indirectas.

- Coloca a la empresa en una mejor posición en el mercado.
- Reduce los inventarios excesivos.
- **Funcionamiento:** para disminuir inventarios y producir el artículo adecuado en el tiempo y cantidad precisos, es necesario contar con toda la información acerca del tiempo y el volumen de los requerimientos de producción de todas las etapas. El JIT proporciona esta información por medio de técnicas como el *Kanban* o control de la producción e inventarios con tarjetas, lo que permite producir sólo cuando se necesita.

Es un cambio de orientación, de la tradicional conocida como *push* (impulsar) hacia una de *pull* (atraer), misma en que los informes de producción provienen del centro de trabajo precedente; se inicia al final de la cadena de ensamble y se va hacia atrás, a todo lo largo de la cadena productiva, inclusive hasta los proveedores y los vendedores. Una orden se origina por el requerimiento de una estación de trabajo posterior y así se evita que los artículos sean innecesariamente producidos.

Se debe contar con un estricto control de calidad para un resultado exitoso en el empleo de esta herramienta, además de un programa adecuado de mantenimiento preventivo para disminuir las fallas y el deterioro de la maquinaria y así maximizar los efectos positivos del JIT en las organizaciones. Además de las ventajas antes mencionadas, se reducen costos por mantenimiento, obsolescencia, deterioro en los inventarios de materiales, producción en proceso y producto terminado, y elimina espacios físicos innecesarios.

- **Fases:**
  - Puesta en marcha del sistema: Se requiere la comprensión básica del JIT, un análisis de costos y beneficios, un compromiso total de la organización, preparación de un equipo de proyecto para el JIT y la elección de una planta piloto o de prueba.
  - Educación y formación: Etapa decisiva pues requiere educar a todo el personal involucrado en el proyecto JIT de tal manera que se pueda apreciar los cambios requeridos.
  - Mejora de los procesos: Existen a lo menos tres formas de cambio en los procesos para conseguir resultados adecuados: reducción del tiempo de preparación de las máquinas, mantenimiento preventivo, cambio en líneas de flujo
  - Mejoras en el control: Para niveles de procesos en curso, plazos de fabricación y niveles de servicio al cliente
  - Relación Proveedor / Cliente: Se amplía el alcance de la reducción de costos y otorga mayor impulso a la mejora de la calidad.

El sistema JIT se orienta a la eficiencia de los procesos productivos y a su flexibilización frente a demandas cambiantes de los consumidores. Así, la

empresa evita demoras en el tiempo de entrega de los productos y reduce el almacenamiento al mínimo.

2.3.6 Mejoramiento continuo (*Kaisen*). Equivale a la idea de “mejoramiento continuo” y es equivalente a una filosofía difundida ampliamente entre las empresas niponas.

“Mejorar un proceso, es cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso” *Harrington*<sup>4</sup>.

- Preceptos:
  - Enfocada en los procesos en lugar de los resultados.
  - Ser rápido e imperfecto, es mejor que ser perfecto pero atrasado.
  - Las soluciones tiene valor cuando están implantadas.
  - Fomentar muchas ideas en la organización.
  - Enfoque en las causas principales de un problema.
  - Resolución de las principales causas de un problema.
  - Preguntarse siempre ¿Por qué?
  
- Tipos frecuentes de problemas:
  - Descubiertos.
  - Aparecen porque algo está fallando. Se requiere de inspección.
  - Desenterrados:
    - Son aquellos que la empresa busca en forma proactiva para que no ocurran inesperadamente en el futuro.
  - Creados:
    - Al evaluar sistemáticamente los productos, servicios y procesos de trabajo de otras empresas líderes para incorporarlos como suyos.
  
- Implementación del *Kaisen*:
  - Desarrollo de un compromiso con las metas de la empresa.
  - ❖ Definición clara de metas y objetivos.
  - ❖ Involucramiento y compromiso de las personas.
  - ❖ Premios a los esfuerzos.
  - Establecimiento de incentivos.
  - ❖ No necesariamente en dinero. Si lo es, debe ser al grupo.
  - ❖ Reconocimiento.
  - ❖ Otros incentivos.
  - Trabajo en equipo.
  - ❖ El *Kaisen* privilegia la participación y el trabajo en equipo.

---

<sup>4</sup> HARRINGTON, H. James. Administración Total del Mejoramiento Continuo. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 1997.

- ❖ Una forma notable de sacar provecho de los equipos es estableciendo metas claras.
- ❖ El comportamiento del equipo se basa en una buena selección de miembros del equipo.
  - Liderazgo.
  - ❖ El líder debe poner atención y considerar los problemas. Debe saber escuchar, transmitir actitudes e ideas, tales como: que el mejoramiento continuo no se relaciona directamente con las ventas, las ganancias o la participación en el mercado, o que la organización nunca llegará a la perfección, pero que trabajará como si fuera posible o que la filosofía del Kaisen es a largo plazo.
  - Medición.
  - ❖ Se realiza preferentemente a través de gráficos, planes de acción y predicciones de futuro.
  - Estandarización.
  - ❖ Definir claramente los estándares para poder comparar.
  - Entrenamiento.
  - ❖ Desarrollo de talentos y esfuerzos de las personas lo que requiere de una adecuada inversión en recursos humanos.
  - Administración.
  - ❖ Se requiere de un adecuado balance entre lo burocrático (reglas y criterios) y lo moral (resistencia al cambio)

2.3.7 Las 5 “s”. Como se menciona en el capítulo 4 en el modelo gerencial de mantenimiento propuesto, los pilares que sostienen el cambio de filosofía hacia las mejores prácticas están enmarcadas en la capacitación del personal que opera y mantiene los equipos de telecomunicaciones. Una de estas prácticas son las 5 “s” que corresponde a cinco palabras japonesas que constituyen el sustento (*housekeeping*) de la fábrica, la oficina o la casa. En el caso de la zona Bogotá existe una combinación de taller y oficina en los edificios donde se encuentran los equipos de telecomunicaciones, que requiere urgentemente de este hábito para mejorar la operación y el mantenimiento de estas áreas, debido a que el desorden conduce frecuentemente a errores y tiempos de respuesta elevados; estos cinco pasos que se pueden difundir por medio de talleres son:

- Seiri (clasificar): verificar los elementos verdaderamente necesarios y los verdaderamente innecesarios en el trabajo y eliminar los últimos. Se incluyen por ejemplo: herramientas, maquinaria, productos con defectos, papeles y documentos que no aportan nada y en general todo tipo de cachureo, que se encuentre molestando y que satisface el dicho “lo voy a guardar por si acaso”. El objetivo básico es mantener sólo lo necesario, ordenando y separando por categorías, clases, tipos, tamaños, rotación, etc. Entre las acciones a realizar destacan: la revisión del área de trabajo, separar lo que sirve de lo que no sirve, separar lo necesario de lo innecesario. Determinar un lugar donde poner

temporalmente lo que no necesito pero puede servir a alguien, decidir que se hará con las cosas, arreglar o componer los pequeños desperfectos.

- *Seiton* (organizar): las cosas deben mantenerse en orden de manera que estén listas para ser utilizadas cuando se necesiten. Cada artículo debe tener una ubicación, un nombre y un volumen (cantidad) designado (especificado claramente). El objetivo básico es mantener el orden de las cosas. “Cada cosa en su lugar”. Entre las acciones a realizar destacan: definición de un nombre para cada clase de artículos, determinar una ubicación para cada cosa, decidir donde guardar las cosas, en razón de la frecuencia de uso y requerimientos de seguridad, calidad y eficiencia, definición de sistemas que todos entiendan, definición de las formas para acomodar las cosas tomando en cuenta su localización, sacar y devolver a su lugar de origen, detección de faltantes, reposición, etc. Los beneficios esperados se relacionan con la disminución de los tiempos de búsqueda, prevención de faltantes, mayor seguridad, minimización de los errores, velocidad en las respuestas y rapidez en las mejoras.

- *Seiso* (limpieza): mantener limpio todo el lugar de trabajo. Entre las acciones a realizar se incluyen: limpieza de todo lo que se use, aseo después de cada uso, limpieza de cualquier mancha o suciedad de las máquinas, herramientas, instrumentos, computadoras, aparatos, pizarrones, baños, etc., antes y después de cada uso y verificar su funcionalidad, si durante el proceso de limpieza encuentra cualquier desorden, o desarrollo anormal, o condiciones indeseables, identifique las causas principales y establezca acciones preventivas recurrentes, establecer un programa de limpieza, lleve una bitácora de registro de actividades, ordenar y limpiar como se quiere encontrar al día siguiente. Tirar y separar desperdicios tales como envases, papeles, retirar lo innecesario del puesto de trabajo para facilitar la limpieza general, colocar cada cosa en su sitio, utilizar los sitios y recipientes indicados para tirar los desperdicios, envases, colillas, etc., recoger y colocar en su lugar las cosas tiradas. Entre los beneficios se encuentra el evitar accidentes, disminución de reparaciones costosas, tomar acciones correctivas inmediatas, un lugar impecable de trabajo, mejorar el clima laboral, mejorar la calidad.

- *Seishoo Seido* (coordinar y estandarizar): trabajar en equipo y lograr la unificación a través de normas. Se logra mediante la participación de todos en las acciones para mejorar la satisfacción de clientes internos y externos. Dentro de las acciones necesarias se destacan: congruencia entre el pensar, decir y actuar, vincular a todo el personal en las tareas de mejoramiento, constancia, coordinar los esfuerzos, comunicar metodologías, lograr el compromiso, etc.

- *Shitsuke* (disciplina y autodisciplina): formar el hábito de comprometerse en las 5's mediante el establecimiento de estándares y seguir los procedimientos en el lugar de trabajo. Dentro de la metodología de las 5's, el concepto de disciplina,

autodisciplina y autocontrol, se refiere al hecho de que cada empleado mantenga como hábito y costumbre normal, la puesta en práctica de los procedimientos correctos. Entre las acciones a realizar se cuentan: procedimientos estándares de trabajo, entendimiento de los estándares, comprensión total y adquisición del hábito, aprender haciendo, predicar con el ejemplo, disciplinarse para respetar y seguir las normas, compromiso con los objetivos, espíritu de equipo, facilitar las condiciones para que cada empleado ponga en práctica lo aprendido, corrección porque no se hace así.

2.3.8 Reingeniería. Modelo de negocios para abordar cambios en las organizaciones. Incorpora estrategia corporativa, visión de procesos, personal y tecnología para lograr mejorar el desempeño de los indicadores claves y crear una ventaja competitiva sustentable en el tiempo. También se puede definir como la revisión fundamental y rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, servicio y velocidad. Se trata de trabajar mejor, más rápido y más barato que la competencia sin importar la ubicación de ésta, ya sea en el interior del país o en el exterior. Por tanto, es necesario hacer mejor, más rápidos y más económicos los procesos esenciales de la empresa, como se menciona en la administración de activos pilar del modelo gerencial para la zona Bogotá en el capítulo 4.

El objeto de la reingeniería es el proceso y no la empresa.

- Eficacia, Confiabilidad, Eficiencia y Costo:
  - La eficacia: Se refiere a la calidad de un rendimiento: su influencia sobre el cliente. Un proceso eficaz satisface las necesidades de nuestros clientes.
  - La confiabilidad: Significa consistencia en el rendimiento del proceso, es decir: que el nivel de calidad del rendimiento sea siempre el mismo.
  - La eficiencia: Se relaciona con la velocidad del proceso, es el tiempo que es necesario para realizar la transformación de los insumos en rendimientos.
  - El factor económico: Que implica la transformación del conjunto de insumos en rendimientos y en obtener el costo más bajo posible.
  
- Elementos dinámicos de la Reingeniería:
  - Cambio de las unidades de trabajo: De departamentos funcionales a equipos de procesos.
  - Cambio en el trabajo: De tareas simples a poli funcionales.
  - Cambios en los roles del trabajador: Desde controlados a pensadores y decisores.
  - Cambios en la formación: Desde entrenados a educados.
  - Cambios en la evaluación del desempeño: De compensación por actividades a compensación por logros.

- Cambios en el Desarrollo Profesional: Desde desempeño a desarrollo de capacidades.
- Cambios en el valor: Desde el “jefe paga” a “el cliente es el que paga”.
- Cambios en el rol del administrador: De supervisor a entrenador.
- Cambios en la estructura organizacional: De jerarquizada a plana.
- Cambios en los roles de la Dirección: De jefe a líder.
  
- 7 pasos para la mejora de procesos:
  - Definir los límites del proceso.
  - Observar los pasos del proceso.
  - Recolectar los datos relativos al proceso.
  - Analizar los datos recolectados.
  - Identificar las áreas de mejora.
  - Desarrollar mejoras.
  - Implantar y vigilar las mejoras.
  
- Participantes en la Reingeniería:
  - Líder.
  - Comité Directivo.
  - Equipo Multidisciplinario de Reingeniería.
  - Equipo de Administración del Cambio.
  - Dueño del proceso.
  - Equipo de Mejoramiento de Procesos.
  - Las Personas.
  
- Algunos errores comunes en los procesos de Reingeniería:
  - Pensar en aplicar la reingeniería a la empresa y no a sus procesos.
  - Conformarse con resultados sub-óptimos.
  - Abandonar el esfuerzo de reingeniería.
  - Limitar de antemano la definición del problema y su alcance.
  - Dejarse llevar por las prácticas culturales existentes.
  - Implementar la reingeniería de abajo hacia arriba.
  - No distinguir la Reingeniería de otros programas de mejoras.
  - Concentrarse sólo en el diseño.

2.3.9 Trabajo en equipo. El recurso mas importante de una empresa es sin duda alguna su personal y de la forma como este interactuó en busca de alcanzar los objetivos de la compañía determina el triunfo del negocio. Como se menciona mas adelante en el capítulo 4, la administración del talento humano forma parte de los pilares para desarrollar el modelo gerencial de mantenimiento propuesto para la zona Bogotá.

Hace unos 20 años, cuando compañías como Toyota, Volvo y otras introdujeron equipos en sus procesos de producción, el hecho fue una gran noticia porque

nadie más lo estaba haciendo. Hoy la cuestión es totalmente al revés, uno se extraña de que en algunas organizaciones no se trabaje en equipo y es noticia.

- Grupo: según la Real Academia de la Lengua Española, un grupo es: “Pluralidad de seres o cosas que forman un conjunto material o mentalmente considerado. Mat. Conjunto de elementos que se relacionan entre sí conforme a determinadas características.//de trabajo. Conjunto o equipo que en una escuela organiza el profesor o que constituyen los alumnos para realizar en común una tarea”

- Equipo: Según la Real Academia de la Lengua Española: un equipo es: “Grupo de personas organizado para una investigación o servicio determinado. En equipo. Coordinadamente. Entre varios”.

En Administración corresponde a un grupo reducido de personas, con alto grado de organización y orientado hacia el logro de una meta común. En él los individuos tienen roles interdependientes, cuyo aporte facilita la tarea de los demás y la propia, llegándose a la satisfacción de cada uno de los miembros conjuntamente con el logro de la meta global.

- Sinergia del Equipo de Trabajo: Es la esencia del trabajo en equipo, en donde la productividad alcanzada por un equipo eficiente debe ser superior a la alcanzada por la suma de las productividades individuales de sus miembros. Debe existir una convergencia simultánea de la energía individual para la realización del todo.

- Diferencias entre Grupo y Equipo:

- Un “grupo” es un conjunto de individuos que trabajan en la misma organización, que se comunican en forma directa y que comparten una tarea o condiciones comunes.

- Un “equipo”, está constituido por personas que privilegian la integración de esfuerzos hacia la búsqueda y el logro de objetivos comunes, acentuando características de cooperación, confianza y compatibilidad entre ellos. Como complemento entre uno y otro concepto se puede señalar que se necesitan todos los miembros de un “grupo” para el logro de un trabajo en “equipo”.

- Trabajo en equipo: cuando los componentes de un grupo conocen sus objetivos, contribuyen con entusiasmo, responsabilidad y con un sentimiento de mutua dependencia que los lleva a apoyarse recíprocamente para logro de las tareas, se puede decir que ese grupo, está realizando un “trabajo de equipo”. Para la verdadera constitución de un equipo con características sinérgicas es preciso superar actitudes individualistas que constituyan una cultura en que el desempeño colectivo obtenga una actuación preponderante en el logro de las metas establecidas. Para ello se requieren cambios culturales, filosóficos, estructurales, de comportamiento y de modelos de gestión. Los equipos pueden tener elementos

multifuncionales, es decir, sus miembros provienen de distintos departamentos y cumplen diversas funciones en el seno de la compañía o en su defecto pueden responder a un sólo alero funcional dentro de las especialidades que la organización posee.

- Facilidades para el Trabajo en Equipo:
  - Liderazgo: el equipo puede ser dirigido por un gerente o por un líder, ya sea participativo o externo o bien puede tratarse de un equipo autodirigido. Pueden poseer liderazgo en que el líder puede ser alternadamente cualquiera de los integrantes dependiendo de las circunstancias.
  - Ambiente: condiciones para lograr cooperación, confianza y compatibilidad necesarias para aumentar las probabilidades de lograr un buen desarrollo del trabajo en equipo.
  - Habilidades y claridad de roles: los integrantes del equipo de trabajo deben ser cualitativamente calificados y además tener el deseo de cooperar, los integrantes del equipo responden voluntariamente a los requisitos del trabajo y su compromiso permite que lleven a cabo todo lo necesario para alcanzar los objetivos que el equipo se ha propuesto. Es de suma importancia la complementariedad de las habilidades.
  - Metas de orden superior: metas que deben normalmente ser establecidas por el líder del equipo para hacer sentir a los miembros que existe una meta valiosa que puede alcanzarse con el liderazgo y recursos disponibles.
  - Premios del equipo: los premios pueden estar representados por entregas financieras, mejoramiento dentro de la organización en asuntos no financieros o bien por un simple reconocimiento al buen desempeño.
  - Conclusión: el cambio de trabajar solo a trabajar en equipo requiere que los trabajadores cooperen unos con otros, compartan información, confronten diferencias y sublimen sus intereses personales al del equipo.

En sociedades y organizaciones individualistas se recompensa el logro individual, lo que dificulta la creación de la mentalidad de equipo. Para ello se requiere de reconversiones laborales y legales que lo permitan. De todas formas, la adecuada selección de personas con habilidades interpersonales y polifuncionales puede generar a través de la capacitación el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo.

Los tipos de equipos de trabajo más comunes son:

- Equipo de trabajo natural:
  - Jefes no líderes.
  - Perciben influencia de su nivel superior.
  - Necesitan aprobación previa de las mejoras que van a enfrentar.
  - Se participa en forma obligatoria.
  - Existen roles fijos.

- Equipos de mejora continua:
  - Liderazgo.
  - Madurez del colaborador.
  - Habilidades básicas de relación grupal.
  - No necesita autorización para realizar cambios.
  - Trabajan dentro de su área de trabajo.
  - Herramientas avanzadas para la toma de decisión en equipo y mantenimiento de las relaciones interpersonales maduras.
  
- Grupos de trabajo por proyecto:
  - Se rompen las barreras departamentales.
  - Son de corta duración.
  - Trabajan en base a proyectos o problemas específicos.
  - Trabajan miembros de altas habilidades o conocimientos.
  
- Equipos de trabajo autodirigidos:
  - Realizan sus propias funciones operacionales.
  - Diseñan su programa de educación.
  - Compran sus insumos.
  - Subcontratan.
  - Se encuentran conectados en red.
  - Se trabaja con visión compartida.
  - Grupos pequeños y metas comunes.
  - Comparten la información y los conocimientos.
  
- Equipos de alto rendimiento:
  - Vínculos afectivos de tarea y alta relación.
  - Se vuelven multidisciplinarios.
  - La creatividad como meta.
  - Visión futurista.
  - Orientación al cliente final o a un proceso completo.
  - Filosofía corporativa.
  - Buscan cambios profundos y trascendentes.
  - Miembros interconectados.
  - Trabajo mental e inteligente.

2.3.10 Competitividad. “Competitividad Nacional, la medida en que una nación, bajo condiciones de mercado libre y leal es capaz de producir bienes y servicios que puedan superar con éxito la prueba de los mercados internacionales, manteniendo y aún aumentando al mismo tiempo la renta real de sus ciudadanos”<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> IVANCEVICH, M. Gestión, calidad y competitividad. Madrid: 1 ed. Madrid, España: McGraw-Hill, 1997.

Esta definición puede adaptarse al ámbito organizacional y al mantenimiento de clase mundial considerando competitividad la medida en que una organización es capaz de producir bienes y servicios de calidad, que logren éxito y aceptación en el mercado mundial. Añadiendo además que cumpla con las famosas tres "E": Eficiencia, Eficacia y Efectividad. Eficiencia en la administración de recursos, eficacia en el logro de objetivos y efectividad comprobada para generar impacto en el entorno.

Una organización se considera competitiva si tiene éxito mantenido a través de la satisfacción del cliente, basándose en la participación activa de todos los miembros de la organización para la mejora sostenida de productos, servicios, procesos y cultura en las cuales trabajan; para lo cual fomenta determinadas competencias y filosofía, mirando a su alrededor y adaptando las prácticas líderes del entorno, así como mirando al interior, tomando en cuenta sugerencias de empleados, innovando y fomentando la participación proactiva y el liderazgo eficaz.

En el actual mercado la supervivencia y éxito de una compañía depende de la calidad y la cooperación a lo largo de la cadena de distribución, que involucra varias empresas, más que de la aniquilación de la competencia. Así las alianzas estratégicas demuestran que los competidores (enemigos en el pasado) además de poder constituirse en maestros pueden ser aliados y cooperar para lograr el desarrollo de ambas compañías.

- Factores que han incidido en el cambio de la estructura competitiva:
  - Globalización de la economía.
  - Avances tecnológicos.
  - Desarrollo de las comunicaciones.
  - Nivel de demanda de productos de alta calidad.

La globalización de la economía plantea el gran desafío de la competitividad, cambiando la estructura competitiva de nivel local y a nivel mundial, presionando a las organizaciones a moverse más rápido en aras de mantenerse con los cambios del entorno, a ser más flexibles y apuntar a la mejora continua. Las estrategias de mantenimiento de clase mundial son utilizadas para implementar prácticas líderes efectivas en todas las áreas de la organización dedicadas a la producción y a la prestación de los servicios con el fin de generar valor y lograr una ventaja competitiva.

Los avances tecnológicos apuntan a la mejora de servicios, productos y procedimientos que involucra el aprendizaje continuo y el desarrollo y mantenimiento de un alto desempeño y un buen manejo de conocimientos y habilidades sociales. Esto ha incidido a su vez en el desarrollo de las comunicaciones permitiendo que los clientes eleven sus niveles de demanda de

productos de alta calidad y sus expectativas por el servicio. Por ello, el gran desafío que enfrentan las empresas es elevar su productividad y calidad a lo largo de toda su actividad, y a la vez reducir costos aumentando su efectividad, lo cual es necesario para su sobrevivencia. Si se mira desde el punto de vista del mantenimiento, esta área sería directamente la encargada de enfrentar el desafío de la competitividad, la productividad, la calidad y la reducción de costos son perseguidos mediante la aplicación de estrategias en los procesos medulares, motivando y buscando la satisfacción del personal y de los clientes, alcanzando la producción requerida, con la máxima seguridad personal y protección ambiental.

En el enfoque dentro de la organización y sus empleados, también se puede apreciar el aumento de la población técnica y/o profesionalmente calificada, unido a lo anterior, genera un clima social más competitivo. Actualmente por cada puesto de trabajo se reciben muchas solicitudes teniendo que aplicar un filtro cada vez mayor y estándares más exigentes para la aceptación, no solo acorde con las necesidades de un mercado altamente competitivo y globalizado sino también por el mismo grado elevado de calificación y especialización de la oferta.

Entre los elementos claves para la competitividad en la organización están: desarrollar, fomentar y mantener la competitividad en la organización es una importante estrategia para el logro de los objetivos y la visión de la compañía. Por ello, es importante fomentar, desarrollar y mantener, tanto en la organización como un todo, como en cada uno de los empleados:

- Flexibilidad y adaptación a los cambios.
- Reflexión y análisis.
- Ruptura de paradigmas.
- Cambio e Innovación.
- Proactividad.
- Reestructuración, reorganización y rediseño.
- Evaluación y revisión periódica de estrategias, procesos, sistemas.
- Control, evaluación y retroalimentación en todos los niveles.
- Capacidad de aprendizaje.
- Orientación a resultados.
- Integración de pensamiento – acción.
- Valores compartidos.
- Comunicación abierta y fluida.
- Intercambio de información.
- Visión global.
- Trabajo en equipo.
- Empowerment.
- Liderazgo efectivo.
- Oportunidades de desarrollo.
- Fomento y desarrollo de competencias.

Estos elementos reposan en la adopción de una política y valores acordes con ellos, que permitan su instauración en la cultura organizacional y su sostenimiento en largo plazo; siempre con el carácter flexible y de adaptabilidad que los caracteriza.

Para mantener y elevar la competitividad, la organización debe fomentar las habilidades y procesos anteriormente mencionados cotidianamente a través de políticas, procedimientos, normas, procesos, sistemas de recompensas, para establecer una mejora continua y el compromiso de los miembros de la compañía.

Precisamente, a través de la cultura organizacional como de sus organismos reguladores (procesos de selección, socialización formal –inducción, capacitación-socialización informal, anécdotas, rituales, símbolos materiales y el lenguaje) se puede modificar o continuar con una determinada orientación o filosofía que puede permitir o dificultar la flexibilidad, adaptación a los cambios y la competitividad de la organización. Por ello, debe tenerse cuidado de involucrar activamente a todos los miembros de la organización y revisar los procesos instaurados para una adecuada retroalimentación de las conductas que se desean. De la forma como se el cambio sea afrontado por la gerencia de la compañía se alcanzaran los objetivos deseados, en todas las áreas de la empresa y especialmente en la de mantenimiento que soporta el negocio de la compañía.

En Colombia Telecomunicaciones la competitividad a llegado a los términos deseados y se ha dado el primer paso para la globalización; se ha iniciado el proceso de búsqueda de un socio estratégico que de a la empresa los recursos necesarios para avanzar en la prestación integral de los servicios de telecomunicaciones que cada vez tienen mas demanda tanto al interior como a nivel mundial. Está alianza traerá a la empresa la competitividad que se comentaba anteriormente y para que esto siga siendo así el mantenimiento deberá ser de clase mundial como se propone en el modelo gerencial que se propone en el capítulo 4.

2.3.11 Teoría de Restricciones (TOC - *Theory of Constraints*). La Teoría de las restricciones fue descrita por primera vez por Eli Goldratt al principio de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento. La manera de acelerar el proceso es utilizar un catalizador en el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría enfatiza la dilucididad, los hallazgos y apoyos del principal factor limitante. En la descripción de esta teoría estos factores limitantes se denominan restricciones o "cuellos de botella". Por supuesto las restricciones pueden ser un individuo, un equipo, una pieza de un

aparato o una política local, o la ausencia de alguna herramienta o pieza de algún aparato.

En el libro LA META, de E. Goldratt, se resalta la aplicación de la Teoría de las Restricciones, donde la idea medular es que en toda empresa hay, por lo menos, una restricción. Si así no fuera, generaría ganancias ilimitadas. Siendo las restricciones factores que bloquean a la empresa en la obtención de más ganancias, toda gestión que apunte a ese objetivo debe gerenciar focalizando en las restricciones. Lo cierto es que TOC es una metodología sistémica de gestión y mejora de una empresa. En pocas palabras, se basa en la siguiente idea: la Meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenida, esto es, satisfaciendo las necesidades de los clientes, empleados y accionistas. Si no gana una cantidad ilimitada es porque algo se lo está impidiendo: sus restricciones.

Contrariamente a lo que parece, en toda empresa existen sólo unas pocas restricciones que le impiden ganar más dinero. Restricción no es sinónimo de recurso escaso. Es imposible tener una cantidad infinita de recursos. Las restricciones, lo que le impide a una organización alcanzar su más alto desempeño en relación a su Meta, son en general criterios de decisión erróneos.

En Colombia Telecomunicaciones las restricciones se encuentran en todas las áreas y en la zona Bogotá no es la excepción. El grupo de aseguramiento de la zona se ha ido organizando y amoldando a la nueva estructura organizacional, pero en ocasiones la consecución desmesurada de recursos y los cambios radicales en los procesos no han solucionado los problemas de mantenimiento que disminuye día a día la confiabilidad y disponibilidad del servicio prestado por los equipos de comunicaciones. En este punto es necesario realizar el análisis correcto para llegar a las soluciones apropiadas para cada problema y la metodología TOC puede ser la clave del éxito en estos casos como se trata en la administración de activos en el ítem 5.5.3.

- Enfoque Sistemático Del TOC:

- identificar las restricciones del sistema: una restricción es una variable que condiciona un curso de acción. pueden haber distinto tipo de restricciones, siendo las más comunes, las de tipo físico: maquinarias, materia prima, mano de obra etc.
- Explotar las restricciones del sistema: implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción.
- subordinar todo a la restricción anterior: todo el esquema debe funcionar al ritmo que marca la restricción (tambor)
- Elevar las restricciones del sistema: implica encarar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción. ej. tercerizar
- Si en las etapas previas se elimina una restricción, volver al primer paso: para trabajar en forma permanente con las nuevas restricciones que se manifiesten.

- Consultoría de teoría de restricciones - uso de la teoría de restricciones y manejo de colas al inicio de la gestión de la función mantenimiento: la teoría de restricciones se centra, básicamente, en la búsqueda del flujo perfecto de bienes o servicios a través de una cadena de valor balanceada, coordinada y sincronizada de estaciones de trabajo, logrando así, bajar los costos de operación, reducir los inventarios y aumentar las ventas.

En el caso de un departamento de mantenimiento aplica todo lo anterior, ya que por un lado, la función mantenimiento no es otra cosa que un conjunto ordenado de actividades que agregan valor a un “servicio prestado”, desde una condición inicial conocida hasta una condición final que debe cumplir con los parámetros de calidad y seguridad establecidos o convenidos entre el ente encargado de agregar valor (Departamento de Mantenimiento) y el que lo recibe (clientes internos) en un tiempo determinado. Siendo el servicio prestado un bien intangible podemos tomar la “solicitud de trabajo” como elemento tangible del servicio en su condición inicial, la “orden de trabajo en proceso” como elemento tangible del servicio en tránsito y la “orden de trabajo culminada” como elemento tangible del servicio en su condición final.

Por otro lado, en cuanto a los resultados esperados, podemos establecer una relación directa, ya que, los costos de operación son los gastos de mantenimiento, los inventarios estarían representados por las ordenes de trabajo (sin atender y en tránsito) y las ventas se pueden asociar directamente con el nivel de servicio (cantidad de solicitudes atendidas en una cantidad de tiempo determinada). Según la teoría de restricciones, el primer paso para la implantación es identificar los cuellos de botella (estaciones de servicio que determinan la velocidad del flujo en el sistema), luego se asignan las prioridades a los trabajos a ser ejecutados y finalmente se balancea el sistema. Este proceso es reiterativo, ya que al cambiar las condiciones externas o internas del sistema, van apareciendo nuevos cuellos de botella, lo que trae consigo nuevas acciones correctivas.

En general, las solicitudes de trabajo provienen de tres grandes fuentes: resultados del mantenimiento preventivo y predictivo, requisiciones o necesidades de las áreas productivas o de servicios generales de planta y modificaciones dirigidas a atender las mejoras en los procesos que estén relacionadas con el incremento en la producción, la seguridad y la calidad o, la disminución de costos o riesgos de impacto ambiental.

### 3. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

En este capítulo se presenta la metodología desarrollada para cumplir con el objetivo específico de aplicar a la metodología QFD, para indagar la percepción que tienen los colaboradores de todos los niveles jerárquicos de la Zona Bogotá, sobre los procesos y programas de mantenimiento en las diferentes áreas que la conforman.

Como apoyo a la creación del modelo gerencial, se utilizó la metodología de Despliegue de Función de Calidad (QFD). Esta herramienta es utilizada para crear productos o servicios según las necesidades de los clientes, involucrando a todos los miembros de la cadena lógica. Esta técnica es muy utilizada cuando es requerido el uso de un criterio de decisión múltiple debido a su simplicidad y claridad.

Colombia Telecomunicaciones cuenta con unas metas organizacionales claras, las cuales fueron la base para que los colaboradores de la Zona Bogotá hicieran su aporte y se involucraran como equipo de mejoramiento usando la metodología de Despliegue De la Función de Calidad (QFD), cuyo resultado aporta las iniciativas que serán llevadas a cabo con las mejores prácticas que sustentan el mantenimiento de clase mundial.

#### 3.1 DESARROLLO DE QFD

Las etapas utilizadas en el desarrollo del método QFD se describen en la Figura 18. Esta presenta un flujo grama de resumen de los pasos seguidos, los cuales se describirán en este capítulo.

Figura 18. Etapas en el desarrollo del QFD



- Etapa 0: planificación del proceso QFD. Antes de comenzar cualquier tipo de proceso se requiere planificarlo. En esta etapa se identificó el objetivo del estudio y la necesidad de mejoramiento en el servicio. Además se tomaron las metas que debe alcanzar la Zona Bogotá de la Regional Centro para satisfacer las necesidades de la organización, en este caso la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica. A estas metas se le asignó un nivel de importancia, para esto se utilizó el Modelo Analítico Jerárquico. Este procedimiento fue seleccionado porque en estudios previos se ha demostrado que su uso para asignar pesos a los requerimientos de los clientes brinda un análisis más preciso que el uso de la matriz de prioridades.

El Modelo Analítico Jerárquico, propuesto por Saaty<sup>6</sup> es una técnica que se utiliza para comparar datos cualitativos y cuantitativos. Éste utiliza una escala que indica la fortaleza de un elemento con respecto al elemento de más alto nivel. El proceso de asignación de escalas puede ser traducido en pesos para la comparación de alternativas. El procedimiento consiste de cinco pasos:

- Construcción de una jerarquía de decisiones descomponiendo el problema en una jerarquía de elementos e identificando las alternativas de decisión. Este paso no fue requerido integrarlo en esta investigación debido a que no se consideraron sub-atributos.
- Determinación de la importancia relativa de los atributos. La Tabla 3 presenta la escala para otorgar el nivel de importancia relativa entre dos alternativas. Esto es lo que se conoce como matriz de comparaciones pareadas. El uso de comparaciones pareadas es significativamente importante porque estudios psicológicos han demostrado que los seres humanos tienen dificultad para comparar más de siete criterios y que su desempeño es mejor cuando se comparan dos criterios usando comparaciones pareadas directamente.
- Determinación del peso relativo de cada alternativa con respecto a cada atributo o sub-atributo del próximo nivel más alto. Este paso no fue requerido integrarlo en esta investigación debido a que no se consideraron sub-atributos.
- Determinación de indicadores de consistencia en comparaciones pareadas. El criterio utilizado fue la razón de consistencia (RC). Si la RC es menor o igual que 0.1, las comparaciones son consideradas como aceptables y si la RC es mayor que 0.1 indica que es necesario una revisión de las entradas hasta lograr que se cumpla con los estándares. Esto se utiliza con el fin de verificar la validez de los datos, que estén ajustados a la realidad y faciliten la obtención de resultados acertados.
- Determinación del peso prioritario de cada una de las alternativas. Este paso no fue requerido integrarlo en esta investigación debido a que no se consideraron sub-atributos.

---

<sup>6</sup> Saaty, Thomas L. The Analytic Hierarchy Process. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill Book Company, 1980.

Tabla 3. Escala de Saaty

Puntuación	Si x es (que) y
1	Igualmente importante
3	Levemente más importante
5	Fuertemente más importante
7	Muy fuertemente más importante
9	Absolutamente más importante

El proceso llevado a cabo para asignar los niveles de importancia fue mediante entrevistas a los colaboradores de los diferentes niveles jerárquicos de la Zona Bogotá. En la Tabla 4 se muestra la matriz utilizada.

Tabla 4. Matriz de niveles de importancia

	Mejorar la Operación y el desempeño de la red (Cumpliendo con los ANS de la Vicepresidencia)	Ejecutar los Requerimientos de expansión y optimización en la Regional	Identificar y mantener actualizados los registros de la infraestructura técnica existente en la regional	Implementar el "Modelo de Gestión Integral de la Vp de Infraestructura" en la regional con un enfoque práctico en el desarrollo de procesos de gestión hacia la calidad y la productividad, para lograr una alta competitividad y confiabilidad de los productos y servicios de la Vp.
Mejorar la Operación y el desempeño de la red (Cumpliendo con los ANS de la Vicepresidencia)	1			
Ejecutar los Requerimientos de expansión y optimización en la Regional		1		
Identificar y mantener actualizados los registros de la infraestructura técnica existente en la regional			1	
Implementar el "Modelo de Gestión Integral de la Vp de Infraestructura" en la regional con un enfoque práctico en el desarrollo de procesos de gestión hacia la calidad y la productividad, para lograr una alta competitividad y confiabilidad de los productos y servicios de la Vp.				1

De acuerdo a la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica de Colombia Telecomunicaciones SA, las metas para la Regional Centro son:

- Mejorar la Operación y el desempeño de la red (Cumpliendo con los Acuerdos de nivel de servicio de la Vicepresidencia): Ofrecer a los clientes niveles de servicio con estándares de calidad del mercado considerando las limitaciones existentes.
  - Ejecutar los Requerimientos de expansión y optimización en la Regional: Desarrollar una única red de telecomunicaciones integrada y optimizada.
  - Identificar y mantener actualizados los registros de la infraestructura técnica existente en la regional: Permitir operar y mantener una única red de telecomunicaciones.
  - Implementar el "Modelo de Gestión Integral de la Vicepresidencia de Infraestructura" en la regional con un enfoque práctico en el desarrollo de procesos de gestión hacia la calidad y la productividad, para lograr una alta competitividad y confiabilidad de los productos y servicios de la Vicepresidencia: Desarrollar un equipo de trabajo comprometido, motivado y de alto desempeño.
- Etapa 1: capturar la voz del cliente. Para esta etapa la organización ya tiene desarrollado un programa de Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS's). Estos acuerdos son el resultado de aquellas actividades en las que se interactúan con las unidades de negocio y es necesario poner las reglas claras para su cumplimiento, con calidad y en tiempos predeterminados. En estos acuerdos se han plasmado las necesidades de los clientes de la Zona Bogotá (unidades de negocio), por esta razón no fue necesario realizar este paso para capturar la voz de los clientes.
  - Etapa 2: despliegue de calidad. Es esta etapa se traduce la voz del cliente a la voz del equipo de diseño y eventualmente a la voz de la organización. Para este caso en específico se convertirá en la base del modelo gerencial para la Zona Bogotá. A esto se le conoce como casa de la calidad.

La casa de la calidad es una matriz de relaciones que incluye los siguientes elementos:

- Las metas de la regional para alcanzar los objetivos de la vicepresidencia son puestas como entradas en las filas de la matriz, junto con su importancia relativa obtenida del Modelo Analítico Jerárquico. Esto representa él ¿Qué?
- En las columnas se encuentran las iniciativas propuestas por los colaboradores de la Zona Bogotá, para cumplir las expectativas o metas de la regional. Para reunir esta información se realizó reunión del equipo de trabajo donde se realizó una lluvia de ideas para obtener las iniciativas que más apuntaran a los objetivos esperados. Aquí se representa él ¿Cómo?
- El peso de cada celda es determinado multiplicando la celda por la importancia relativa de la iniciativa correspondiente. Éstas son las celdas de la matriz. Los valores utilizados en la relación de las celdas, están clasificados de según la relación entre él ¿Qué? Y él ¿Cómo?, es decir, en que medida la iniciativa ayuda a cumplir determinada meta.

Los niveles para representar la correlación según la tabla 5 son:

Tabla 5. Correlación en el despliegue de la función de calidad

Puntuación	Correlación
1	Relación Débil
3	Relación Moderada
9	Relación Fuerte

Los resultados son totalizados para determinar la importancia absoluta y relativa en porcentajes. A su vez los resultados de las diferentes encuestas son promediados para tener la percepción global de los colaboradores de la zona Bogotá.

En la Tabla 6, se muestra la matriz utilizada para la calificación de los niveles de correlación, entre las metas de la Regional Centro y las iniciativas de la Zona Bogotá.

- Etapa 3: despliegue de la función. Esta etapa identifica las funciones organizacionales que tienen el mayor impacto en las iniciativas seleccionadas en la etapa 2. Estas iniciativas son las entradas a las filas en la matriz. En esta etapa se busca contestar cuales son las funciones necesarias para influenciar las iniciativas. Se siguen los pasos de la etapa 2.
- Etapa 4: despliegue del modo de falla. Esta etapa se diseña para identificar como el proceso es probable que falle. Las funciones identificadas en la etapa anterior son entradas a la matriz de modo de falla. Los datos en las columnas de la matriz del modo de falla pueden incluir quejas, datos de reportes de incidentes y experiencias pasadas del equipo.
- Etapa 5: despliegue de un proceso nuevo. En esta etapa se escoge el mejor diseño para las características de calidad necesarias para brindar servicios que satisfagan las necesidades de los clientes.
- Etapa 6: despliegue de las tareas. En esta etapa se identifica quien va a hacer qué, cuándo, cómo y porqué, además de medidas de desempeño y los costos de las tareas críticas para brindar las cantidades demandadas por los clientes.

La importancia de estas etapas es que identifican qué es importante; recogen la voz del cliente, maximizan el conocimiento de los expertos para identificar las iniciativas y las funciones. Integran las partes como un todo del proceso, del sistema y encuentran los modos de falla para el proceso.

Tabla 6. La matriz de relación de calidad

		¿CÓMO?										
		INICIATIVAS DE LA ZONA BOGOTÁ										
¿QUÉ?	METAS DE LA REGIONAL CENTRO	Niveles de importancia										
			Mejorar la Operación y el desempeño de la red (Cumpliendo con los ANS de la Vicepresidencia) Ejecutar los Requerimientos de expansión y optimización en la Regional Identificar y mantener actualizados los registros de la infraestructura técnica existente en la regional Implementar el "Modelo de Gestión Integral de la Vp de Infraestructura" en la regional con un enfoque práctico en el desarrollo de procesos de gestión hacia la calidad y la productividad, para lograr una alta competitividad y confiabilidad de los productos y servicios de la Vp.	Disminuir el tiempo de atención de fallas con un mtto correctivo eficaz y eficiente	Diseñar programas de mtto preventivo	Apoyar los procesos de optimización de la red	Implementar un Sistema de Información para la Gestión del Mtto (GMAC)	Desarrollar un modelo de O&M	Capacitar el RRHH	Crear convenios con proveedores y otros operadores	Cumplir los ANS's con las otras áreas de la empresa.	Obtener los recursos necesarios para la operación y el mtto
		IMPORTANCIA RELATIVA										
		IMPORTANCIA ABSOLUTA										

La importancia de estas etapas es que identifican qué es importante; recogen la voz del cliente, maximizan el conocimiento de los expertos para identificar las iniciativas y las funciones. Integran las partes como un todo del proceso, del sistema y encuentran los modos de falla para el proceso.

Además de generar, reforzar y balancear la retroalimentación requerida para el cambio, se pueden encontrar las medidas de desempeño para acceder a las acciones y retroalimentación para las tareas críticas.

Es importante destacar que no todas las organizaciones seleccionan y utilizan todas las etapas de QFD. En este estudio no se utilizaron todas las etapas mencionadas anteriormente, debido a que el modelo de mantenimiento que se está desarrollando no se construye con un único método para la búsqueda de calidad, sino con la combinación de diferentes criterios, métodos, teorías y modelos gerenciales de mantenimiento.

### 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

En la Zona Bogotá de la regional Centro en la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica, se cuenta con una población de 35 colaboradores distribuidos de la siguiente manera:

- 1 líder de Zona.
- 4 líderes de Área.
- 2 profesionales de *outsourcing*.
- 1 profesional del proceso de uso.
- 1 profesional de aprovisionamiento.
- 1 profesional del proceso de expansión.
- 1 profesional de calidad y productividad.
- 1 profesional de conmutación.
- 19 técnicos de conmutación y transmisión.
- 5 técnicos de gestión y uso.

Para aplicar la metodología QFD se contó con la colaboración de 20 personas de la zona escogidas al azar, lo que da un mayor grado de confiabilidad en los datos recolectados y en las decisiones que se toman en cuenta para el desarrollo del modelo gerencial de mantenimiento.

### 3.3 PROCEDIMIENTO

Siguiendo las etapas del desarrollo de QFD, se utilizaron las matrices descritas en las tablas vistas al principio del capítulo 3 para ser desarrolladas por los colaboradores de la zona Bogotá.

Se utilizó una metodología de encuesta electrónica por medio del e-mail corporativo. Ésto facilitó el diligenciamiento de las matrices y la tabulación de los datos recolectados para así mismo realizar los cálculos requeridos para el despliegue de la función de calidad QFD.

En un periodo de un mes se recibió respuesta a los correos electrónicos, lo que da paso a la tabulación y realización de cálculos, tarea que se culminó en 20 días aproximadamente.

Finalmente se realizó el análisis de los datos que se presentan a continuación y las iniciativas que concluyeron del desarrollo de la función de calidad.

### 3.4 RESULTADOS DE QFD

Aquí se presentan los resultados obtenidos con la utilización de la metodología QFD, con la cual se pudo vislumbrar la percepción que tienen los colaboradores de la zona Bogotá, respecto a las necesidades de la empresa. Con estos datos el desarrollo del modelo gerencial estará más acorde a las necesidades del negocio, teniendo un equipo de trabajo comprometido en la consecución de los objetivos de una forma organizada con las iniciativas apropiadas dando prioridad a cada una de las metas de la Regional Centro.

En la Tabla 7 se muestran los niveles de importación o pesos que resultaron para cada una de las metas de la regional Centro.

Según esta tabla lo principal para el equipo de trabajo es mejorar la operación y el desempeño de la red, cumpliendo los acuerdos de nivel de servicio (ANS), establecidos con las otras áreas de empresa. Le sigue implementar un modelo de gestión integral de la vicepresidencia de infraestructura, identificar y mantener actualizados los registros de infraestructura existente en la regional, teniendo por último ejecutar los requerimientos de expansión y optimización de la regional.

Tabla 7. Resultado de la matriz de comparaciones.

Metas Regional Centro	Nivel de importancia (%)
Mejorar la Operación y el desempeño de la red (Cumpliendo con los Acuerdos de Nivel de Servicio de la Vicepresidencia)	36,54%
Implementar el "Modelo de Gestión Integral de la Vp de Infraestructura" en la regional con un enfoque práctico en el desarrollo de procesos de gestión hacia la calidad y la productividad, para lograr una alta competitividad y confiabilidad de los productos y servicios de la Vp.	33,78%
Identificar y mantener actualizados los registros de la infraestructura técnica existente en la regional	23,02%
Ejecutar los Requerimientos de expansión y optimización en la Regional	6,66%

Luego el mismo equipo de trabajo propuso 9 iniciativas para alcanzar las metas antes descritas, y se obtuvo de la matriz de la casa de la calidad descrita en la Tabla 8 el siguiente resultado:

Tabla 8. Resultado de la casa de la calidad.

Iniciativas de las zona Bogotá	Importancia Relativa (%)	Importancia Absoluta (%)
Diseñar programas de mtto preventivo.	12,61%	12,88%
Implementar un Sistema de Información para la Gestión del Mtto (GMAC).	12,39%	12,10%
Capacitar el RRHH.	11,44%	11,66%
Disminuir el tiempo de atención de fallas con un mtto correctivo eficaz y eficiente.	11,28%	11,07%
Obtener los recursos necesarios para la operación y el mtto.	11,16%	10,65%
Apoyar los procesos de optimización de la red.	11,44%	11,19%
Cumplir los ANS´s con las otras áreas de la empresa.	10,63%	10,42%
Desarrollar un modelo de O&M.	10,58%	10,76%
Crear convenios con proveedores y otros operadores.	9,12%	9,26%

La tabla 8 presenta dos columnas: la importancia relativa hace referencia al porcentaje de prioridad que tienen las iniciativas entre si, y la importancia absoluta es el porcentaje que cada iniciativa aporta para contribuir a las metas de la regional según las prioridades obtenidas para estas.

### 3.5 ANÁLISIS DE QFD

Con los resultados antes presentados se puede ver que el equipo de aseguramiento no ve nada importante trabajar en procesos de expansión y optimización de la red, ya que de cuatro opciones posibles solo le otorga un 6% de importancia a esta opción. Esto refleja la necesidad de poner en orden la casa antes de iniciar una ampliación del mercado o adquirir nueva tecnología. También es posible apreciar el compromiso del equipo para trabajar en función cliente externo e interno para mantener y cumplir con los acuerdos de nivel de servicio (ANS). Además con el cumplimiento de esta meta se está mostrando que el trabajo realizado en la Zona Bogotá, es el apropiado y el que mas resultados aporta al negocio de la compañía.

Algo que normalmente no se presenta en los modelos gerenciales es la idea de implementar un modelo de gestión por encima de identificar, mantener y manejar eficientemente los inventarios de los activos que representan los ingresos de la compañía, es más, no es posible tener gestión sobre algo que no está totalmente definido.

Las iniciativas propuestas por el mismo grupo de aseguramiento, refleja nuevamente la falta de un modelo gerencial, que de orden a los trabajos de mantenimiento para mejorar la eficiencia de la Zona Bogotá. Como el primer

objetivo es disminuir la cantidad de mantenimientos correctivos, se propone diseñar programas de mantenimiento preventivo. Contradictorio a lo ocurrido en la priorización de las metas de la regional, en las iniciativas si se le da la importancia que merece la necesidad de implementar un sistema de información para gestión el mantenimiento correctamente en la compañía. También se encuentra que ningún cambio o mejora es posible sin capacitar el recurso humano para que se desempeñe mejor en los nuevos procesos. Sin duda alguna el mantenimiento preventivo, los sistemas de información para la gestión y capacitar el recurso humano son las iniciativas que más aportan al cumplimiento de todas las metas sin importar el objetivo de fondo.

En un segundo plano pero no menos importante se presentan las iniciativas para mejorar la calidad del servicio disminuyendo el tiempo de atención de fallas, junto al desarrollo de un modelo de Operación y mantenimiento. Pero antes de estas iniciativas aparece el apoyo a los procesos de optimización de la red, al igual que la iniciativa anterior del sistema de información se encuentra que aunque no son prioridades como metas, como iniciativas son importantes porque con cada una de ellas hace un aporte significativo al mejoramiento del mantenimiento en la Zona Bogotá, con lo que las metas serán mas fáciles de alcanzar.

Por último se encuentra el grupo de las iniciativas que relacionan a la Zona Bogotá y el grupo de aseguramiento con las otras áreas de compañía. Para poder realizar las labores de mantenimiento es necesario contar con insumos y algunos recursos que según la estructura de la empresa son responsabilidades de otras áreas, pero es labor de la Zona Bogotá velar y exigir que se cumpla este aprovisionamiento. Es por esto que estas iniciativas presentan el menor nivel de importancia para alcanzar las metas de la regional, desde el punto de vista del grupo de aseguramiento de la Zona Bogotá.

#### 4. MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO ZONA BOGOTÁ

El modelo gerencial de mantenimiento que se propone para la Zona Bogotá de la Regional Centro dentro de la Vicepresidencia de la Infraestructura Técnica, toma como referencia la planeación estratégica de la compañía que consta básicamente de las metas que debe alcanzar la Regional Centro, para apoyar el desarrollo y la consecución de los objetivos de las unidades de negocio. De igual manera el modelo propone incorporar a la operación de la Zona Bogotá las mejores prácticas de mantenimiento que lleven a la compañía en el camino de las empresas de clase mundial prestadoras de servicios de comunicaciones.

Como apoyo metodológico, estructural y técnico en el desarrollo del modelo gerencial de mantenimiento, se utilizó el Mantenimiento Productivo Total (TPM) ya que éste adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos, además su aplicación garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejora en la calidad de los servicios prestados, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

##### 4.1 DECLARACIÓN GERENCIAL DE CAMBIO

El modelo administrativo que se ha venido trabajando, y que durante tantos años ha brindado grandes satisfacciones, ya está ampliamente superado y debe evolucionar profundamente. No se trata de imponer la última moda administrativa, se trata de una necesidad latente para las condiciones actuales de Colombia Telecomunicaciones SA, donde todo es estrés, caos y problemas complejos, debido al cambio que se vive día a día desde su nacimiento, la mezcla de diferentes culturas organizacionales, por un lado la experiencia pero también los paradigmas de las personas que venían de la antigua Empresa Nacional de Telecomunicaciones y por el otro la inyección de energía del nuevo personal que se unió a la empresa luego de extenuantes procesos de selección, generó un choque de ideologías que deja rezagado el sistema tradicional de mantenimiento que satisfacía las necesidades de los clientes promedio, pero nunca vió la necesidad de dar un paso adelante para mejorar los procesos del área de soporte y aseguramiento para tener la facilidad de atender el cliente interno de manera que fluyeran mejor los procesos de las unidades de negocio, para cumplir con la misión y acercarse a la visión de la compañía, aquí es donde se presenta la gran oportunidad para la gerencia de reorientar y re-oxigenar la actual cultura y las prácticas de mantenimiento.

Las personas no le temen al cambio en sí, le temen al riesgo que se corre por un cambio mal concebido, al no estar preparados y quedar fuera de la organización. Es obligación de la gerencia realizar las funciones de *coaching* (véase ítem 2.3.2), para que el cambio este lleno de aprendizaje, transmitiendo su ego, su desarrollo y su propio desarrollo personal. El liderazgo toma forma y se refleja en la mejoración de la calidad de vida de su personal a cargo, para mejorar y desarrollar la empresa. En muchos casos cuando la gente se dirige a su superior a solicitar un ascenso o aumento salarial, se traduce en una falla gerencial donde se permitió que sus trabajadores no encuentren motivación en las labores que desempeña, y por lo tanto su desarrollo personal esta en entredicho, ya que sus valores no son suficientemente compatibles con los de la organización y viceversa.

Dirigir una compañía bajo estas condiciones no es fácil, no solo se trata de quien dirige y quien es dirigido, se trata de diseñar una nueva estructura cultural que permita tener relaciones sólidas de ayuda y de apoyo enmarcadas por valores como **autonomía, autoestima, cooperación, compromiso, confianza**, entre otros. Es otra cultura de mantenimiento que introduzca mejoras continuas con mecanismos gerenciales modernos para alcanzar las metas planteadas, optar estratégicamente por el desarrollo de las potencialidades de todos y cada una de las personas de la empresa.

## 4.2 CAPACITACIÓN

Por otro lado en primera medida es indispensable iniciar un proceso de capacitación a todo nivel, de manera que la gerencia lidere los procesos de cambio y que los equipos de trabajo estén preparados para llevar a cabo un mejoramiento continuo, que le permita a la Zona Bogotá alcanzar las metas antes propuestas de manera efectiva, eficaz y eficiente.

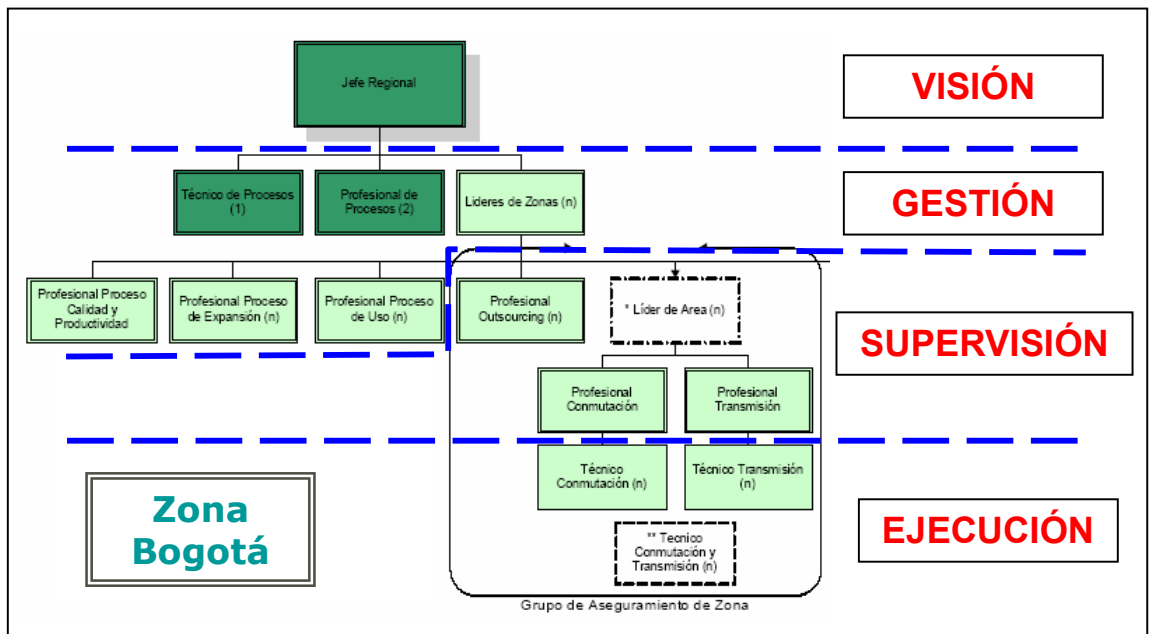
Con la incursión de equipos electrónicos en la industria se dejó de lado la importancia de la cultura del mantenimiento y nació la cultura de: “si se daña se cambia”, pero no se ha hecho la práctica del costo que esto implica. La probabilidad de fallas en componentes electrónicos según la curva de la bañera es aleatoria a lo largo de la vida útil de equipo, lo cual en los equipos de la Zona Bogotá hace empeorar el panorama ya que las características ambientales del entorno no son las favorables y hace que las fallas se presenten de manera constante y no aleatoria incluso tan pronto como se reemplaza el componente defectuoso. Los equipos electrónicos se ven altamente impactados por condiciones tales como la temperatura y la humedad, las cuales dependen de un apropiado mantenimiento de los equipos de soporte y la limpieza de los mismos equipos, pero en la práctica esto no importa ya que aunque se incremente el índice de fallas no se busca un correctivo para estas anomalías y se siguen cambiando componentes cada vez que fallan sin importar la frecuencia.

Este es solo un ejemplo de los problemas que se encuentran debido al desconocimiento de las herramientas, metodologías y prácticas apropiadas para realizar mantenimiento sobre equipos o instalaciones ya sean componentes electrónicos, eléctricos, mecánicos, etc.

### 4.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura diseñada por la empresa es adecuada para las necesidades del grupo de aseguramiento, pero actualmente no se tienen todas las plazas ocupadas y se han perdido los niveles de una organización de mantenimiento: Ejecución, supervisión, gestión, visión. En la Figura 19, se muestra como se puede utilizar la misma estructura organizacional dejando claro que nivel de mantenimiento se está llevando a cabo por cada cargo o área, dentro de la jerarquía.

Figura 19. Estructura organizacional del modelo propuesto



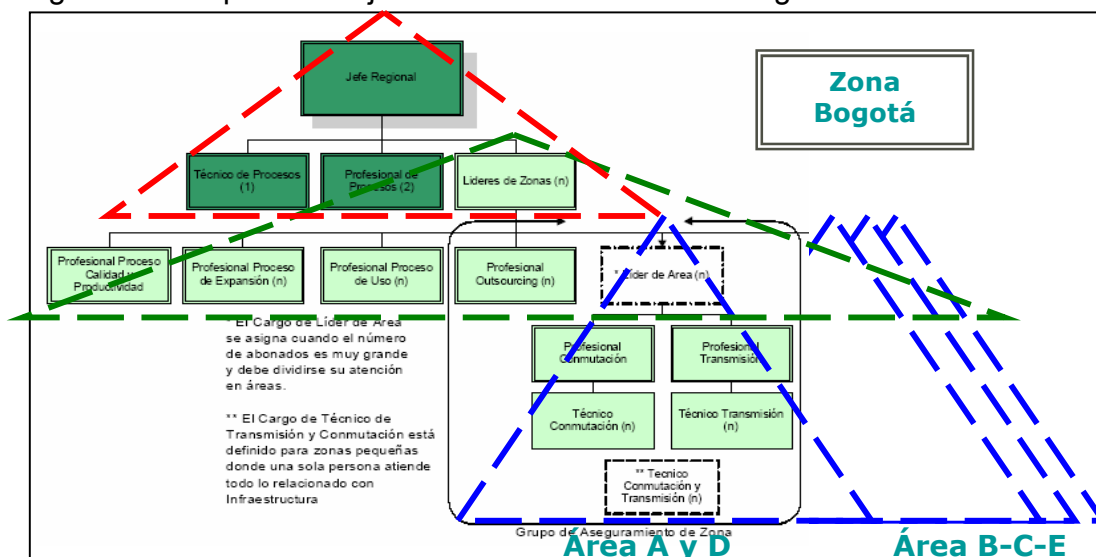
Dentro de las funciones y responsabilidades que debe tener cada nivel se proponen las que se presentan en la tabla 9:

Tabla 9. Funciones de los niveles en la estructura organizacional.

Nivel Organizacional	Funciones
VISIÓN	Recibir indicadores, evaluar la asignación de recursos, proyectar el negocio para alcanzar las metas y objetivos. Generar políticas de mantenimiento. Educar y promocionar. Mejorar las estrategias. Velar por la consecución de los recursos necesarios.
GESTIÓN	Recibir reportes, tomar decisiones, presentar indicadores de gestión. Mantener actualizados los inventarios de la red. Generar órdenes de trabajo (OT). Definir procesos de operación. Transmitir las políticas de la gerencia. Identificar las necesidades de la Zona y generar correctivos.
SUPERVISIÓN	Planear y programar el mantenimiento, Verificar su ejecución, clasificar y recolectar reportes. Alimentar los sistemas de información. Seguimiento de OT.
EJECUCIÓN	Hacer, consultar y reportar. Realizar mantenimiento autónomo.

Como la Zona Bogotá está distribuida en áreas, cada una de éstas es el primer grupo de mejoramiento que se crea, para que trabaje en la administración de los activos, de la tecnología y la administración autónoma. Al segundo nivel con el líder de Zona en cabeza y los profesionales del proceso junto a los líderes de área les corresponde la administración de la información, de la calidad y del talento humano. Por último se encuentra el nivel superior de mejoramiento que administra los costos y utilidades, junto a la administración de la seguridad e higiene (véase Figura 20).

Figura 20. Grupos de mejoramiento en la estructura organizacional



Con esto se logra formar equipos de trabajo: pequeños y entrelazados, que trabajen como grupos de mejoramiento, que soporten los pilares del mantenimiento productivo total, que aminoran las pérdidas que se presentan en la Zona.

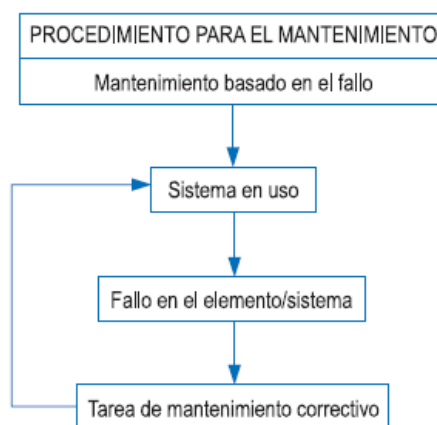
#### 4.4 POLÍTICAS Y METAS DE LA ZONA BOGOTÁ

Aunque las políticas según la organización son dictadas por la gerencia de mantenimiento nacional, es necesario nombrar algunas políticas de mantenimiento básicas que deben existir en la Zona Bogotá, para garantizar el proceso de aseguramiento y servicio en la red.

4.4.1 Política de mantenimiento basada en el fallo. La política de mantenimiento basada en la presentación del fallo constituye un método en que se realizan tareas de mantenimiento correctivo tras ocurrir un fallo, a fin de recuperar la funcionalidad del equipo o elemento de la red. Por consiguiente, este método de mantenimiento se puede describir como de reparación de averías, posterior al fallo, o no programado. En la Figura 21 se representa un diagrama de procedimiento para la política de mantenimiento basada en el fallo. Por lo general, esta política se aplica a elementos cuya pérdida de funcionalidad no repercute en la seguridad del usuario y/o del entorno o en las consecuencias económicas del fallo. Es por esto que esta política aplica a elementos como:

- Cables coaxiales y de cobre.
- Cables de Fibra Óptica.
- Tarjetas de abonado.

Figura 21. Política de mantenimiento basada en el fallo



4.4.2 Política de mantenimiento basada en la vida útil del sistema. La política de mantenimiento basada en la vida útil del sistema determina tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos, es decir, a un tiempo predeterminado (TP), que son función de la distribución de vida de los elementos considerados. La razón de adoptar esta política es que las tareas de mantenimiento se realizan en un tiempo operativo predeterminado, lo que significa que es posible planificar todas las tareas y proporcionar todo el apoyo preciso, basados en la premisa de que las fallas funcionales no ocurren de imprevisto sino que tienen una evolución en el tiempo y se pueden detectar para atender a tiempo (véase Figura 13).

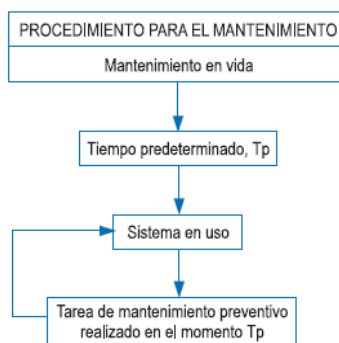
En la Figura 22 se presenta un diagrama del procedimiento de mantenimiento. El tiempo para efectuar el mantenimiento, se determina incluso antes de que el elemento haya comenzado a funcionar. A intervalos predeterminados de la vida en estado funcional, se llevan a cabo tareas de mantenimiento preventivo especificadas. Si el elemento llegase a fallar antes del tiempo TP, se debe realizar tareas de mantenimiento correctivo; en el momento TP es necesario realizar la tarea preventiva planeada.

La política de mantenimiento basada en la vida útil del sistema puede aplicarse con efectividad a elementos o sistemas que cumplen algunos de los siguientes requisitos:

- Al realizar la tarea se reduce la probabilidad de producción de fallos en el futuro.
- El coste total de aplicar esta política es sustancialmente menor que el de la política de mantenimiento basada en la fallo.
- La observación de la condición del elemento no es técnicamente factible o es económicamente inaceptable.

Con base en estos requisitos, los elementos de la red de la Zona Bogotá que deben cumplir con esta política son equipos de energía de soporte: Plantas Eléctricas, Bancos de Baterías, UPS.

Figura 22. Política de mantenimiento basada en la vida útil del sistema

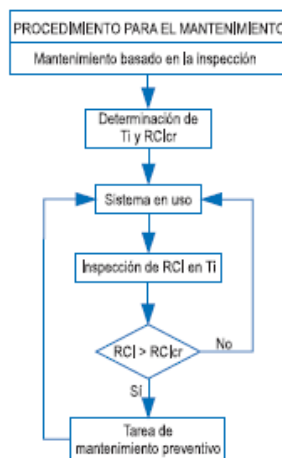


4.4.3 Política de mantenimiento basada en la inspección. Este procedimiento de mantenimiento tiene como fundamento principal para realizar el mantenimiento, el cambio de las condiciones normales de operación de los equipos o elementos de la red, y que la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo debe estar basada en el estado real del elemento o sistema. Mediante el control de ciertos parámetros es posible identificar el momento más conveniente en el que se deben realizar las tareas de mantenimiento preventivo.

La inspección es la base para aplicar esta política, siendo ésta una tarea de mantenimiento condicional, que tiene como resultado un informe sobre la condición del elemento: Resultado Condición Inspección (RCI). Si la condición es satisfactoria o no, se determina a través de los manuales de los equipos y normas dictadas por Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). El rasgo común de todas estas tareas es que los resultados obtenidos no tienen ningún efecto sobre la programación de la siguiente inspección. Antes de que el elemento o sistema se ponga en servicio se determina la frecuencia más adecuada para las inspecciones: tiempo de inspección (Ti). Así, durante la operación del elemento o sistema, las inspecciones se llevan a cabo con intervalos fijos especificados hasta que se alcanza el nivel crítico (CR), en cuyo momento se realizan las tareas de mantenimiento preventivo prescritas. Si el elemento falla entre inspecciones, se realiza un mantenimiento correctivo. El algoritmo presentado en la Figura 23 muestra el procedimiento de mantenimiento cuando se usa la inspección para vigilar la condición.

Los elementos a los cuales se les debe aplicar esta política son todos los elementos electrónicos de los equipos de comunicaciones instalados en la red de la Zona Bogotá, tanto de conmutación como de transmisión.

Figura 23. Política de mantenimiento basada en la inspección



4.4.4 Política de mantenimiento basada en el examen de la condición. Esta política esta encaminada a aumentar el nivel de utilización de los elementos de los equipos que pertenecen a la red, conservando una baja probabilidad de falla durante su operación. Para esto es necesario obtener la mayor cantidad de información a lo largo del tiempo que se encuentra en operación.

El cambio y la evolución en las prácticas de mantenimiento hace necesario incorporar esta política, para disminuir las pérdidas que se pueden presentar con la aplicación de las 2 primeras. Actualmente la Zona Bogotá realiza exclusivamente tareas tradicionales para mantener los niveles mínimos aceptables en la calidad de los servicios prestados. Es hora de sacar provecho de la tecnología que se dispone, y utilizar las sistemas de gestión de los equipos para obtener la mayor información posible que permita bajo ciertos procedimientos estadísticos llegar a predecir el momento oportuno de los mantenimientos preventivos y de cierta forma lograr estar preparados con planes de contingencia para los mantenimientos correctivos que se presenten durante la operación de los equipos.

4.4.5 Política de mantenimiento basada en la oportunidad. Esta política debe ser aplicada durante paros programados en equipos que presenten anomalías en elementos diferentes al que en su momento se va a intervenir por falla o pérdida en la calidad del servicio. La finalidad de esta política es aprovechar aquellos tiempos de parada programados o no, para actuar sobre aquellos otros que pueden llegar a fallar.

Los equipos electrónicos, en especial los de comunicaciones vienen diseñados de fábrica con un sistema de protección, pero en la mayoría de los casos presentan fallas ocultas, razón por la cual es necesario aplicar esta política y que en caso de falla de otro elemento diferente que afecte el servicio en general, se verifique la funcionalidad de las protecciones y demás equipos del sistema de comunicaciones.

#### 4.5 LOS PILARES DE TPM ZONA BOGOTÁ

Los pilares de TPM para Zona Bogotá, como su nombre lo dice son las bases para la implementación del mantenimiento productivo total. Existen cuatro pilares definidos que guían a una compañía en la implementación de TPM, y son los puntos a estudiar por los grupos de mejoramiento. A continuación se describen cada uno de estos pilares visto en función del negocio de comunicaciones y su aplicación en la Zona Bogotá.

4.5.1 Administración de costos y utilidades. La administración de los costos y las utilidades trae un cambio o transformación que refleja el mejoramiento en las actividades realizadas por el grupo de aseguramiento en la Zona Bogotá.

- Principales Pérdidas: Para administrar los costos y las utilidades se deben identificar las pérdidas más relevantes que afectan la efectividad de las funciones realizadas por la Zona Bogotá. Utilizando la matriz de pérdidas que se presenta en la Tabla 10 se pueden identificar las principales:

Tabla 10. Pérdidas de la Zona Bogotá

<b>PÉRDIDAS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Pérdidas Principales Que Afectan El Uso Eficiente De Los Equipo De Comunicaciones</b>	
Pérdidas por fallas	Averías crónicas o esporádicas, acompañadas por pérdida de tiempo (pérdida del servicio) y pérdida de volumen (daños masivos)
Pérdidas por paradas programadas	Pérdidas que deterioran la tasa de operación del equipo (disponibilidad)
Operación en vacío	Capacidad instalada sin utilizar o recursos en servicio que no generan ingresos
Pérdidas por Congestión	Pérdidas debido a la diferencia entre el trafico actual y el diseñado
Defectos en el servicio	Pérdida en la calidad de servicio y tiempo perdido en recuperar los estándares.
Pérdidas en el proceso	Pérdidas generadas en el proceso, generando variaciones en las variables de control de proceso
<b>Pérdidas principales que afectan la eficiencia de los colaboradores</b>	
Pérdidas de administración	Pérdidas de espera que ocurren en la administración. Como materiales, tiempo de espera de instrucciones, reparaciones etc.
Pérdidas de movimiento	Pérdidas generadas por la distribución de los equipos en la Zona Bogotá
Pérdidas de organización	Pérdidas generadas por los procesos mal definidos.
Pérdidas por Logística	Pérdidas que resultan de las fallas en los sistemas de soporte a las operaciones de mantenimiento en la red.
Medición y ajuste	Pérdidas resultantes de mediciones y reajustes frecuentes, realizados para prevenir defectos en el servicio.
<b>Pérdidas que pueden afectar el uso eficiente de los recursos de servicio</b>	
Pérdidas por especificaciones	Pérdidas resultantes de la diferencia entre las entradas de los procesos y las salidas esperadas o entre los requerimientos y los resultados
Pérdidas de energía	Pérdidas de energía como poder eléctrico, combustible, aire acondicionado y agua (incluyendo agua tratada)
Pérdida de Programación	Pérdidas que surgen como resultado de realizar mal programaciones o configuraciones de los equipos de comunicaciones.

Estas pérdidas deben ser eliminadas o reducidas a su mínima expresión, identificarlas y conocer su origen hacen de esta estrategia TPM la mejor opción para maximizar la eficiencia de los equipos, para el caso de la Zona Bogotá centrando los equipos de trabajo en dos actividades principales:

- Cualitativas: Disminuyendo el número de reclamaciones, controlado y mejorando la calidad del servicio prestado.
- Cuantitativas: Aumentando la disponibilidad de los equipos y mejorando su productividad.

Como se puede apreciar en este punto la meta de TPM es aumentar la eficiencia de los equipos de forma que cada elemento que hace parte de la red de comunicaciones, pueda operar óptimamente y ser mantenida en ese nivel. Por su parte los colaboradores del grupo de aseguramiento del servicio deben trabajar bajo el concepto de “cero fallas”.

4.5.2 Administración autónoma. Comprende administrar la participación activa por parte de los colaboradores a cargo de los equipos de comunicaciones en el proceso de prevención para evitar los efectos de averías y deterioros.

Una característica básica del TPM es que son los propios operarios quienes llevan a término el mantenimiento autónomo, también denominado mantenimiento de primer nivel. En los equipos electrónicos, especialmente los de comunicaciones son operados y mantenidos por el mismo personal lo que facilita de gran manera la aplicación del mantenimiento autónomo.

Para iniciar el proceso de administración autónoma es necesario concientizar a los colaboradores de la Zona Bogotá de la importancia de implementar estas técnicas, en la ejecución de sus labores diarias, por eso estos los temas que se muestran en la Figura 24 se deben incluir en las capacitaciones que anteceden la puesta en marcha del TPM.

Figura 24. Administración autónoma



- Empowerment: esta teoría está tan relacionada con el mantenimiento autónomo que el solo significado refleja el objetivo que se espera alcancen los empleados. Como se mencionó en el capítulo 2, permitir a los operarios tener mayor autoridad sobre sus decisiones a la hora de realizar cualquier tipo de mantenimiento lleva consigo una mejora en la calidad del servicio prestado, los tiempos de atención al cliente son menores y el riesgo de cometer errores disminuye tanto como la responsabilidad del colaborador aumenta. El poder de los administradores es cedido de manera positiva y en pro de agilizar la toma de decisiones correcta en el momento oportuno, es comprometer al empleado con los resultados de la empresa, sintiéndose importante en las actividades que se llevan a cabo. A su vez esta técnica fomenta el mejoramiento continuo y se aprende de los errores, el trabajo del líder se enfatiza haciendo de la delegación un éxito en la búsqueda de la misión y los objetivos del área.

- Las cinco “S”: en el mantenimiento autónomo tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las Cinco “S”: Clasificar, Organizar, Limpieza, Coordinar – estandarizar y Disciplina - Autodisciplina. Esto se debe a que los beneficios que genera esta metodología se ven a simple vista y se pueden alcanzar en corto tiempo dependiendo de la motivación y la disciplina que tenga el equipo de mejoramiento. La seguridad aumenta eliminando las cosas innecesarias y dando un lugar para cada cosa con el fin de que cada cosa esté en su lugar, la calidad mejora conservando las herramientas, instrumentos y demás equipos de apoyo bien calibrados. Se genera un ambiente propicio, que facilita el control visual y elimina los trastornos.

Siendo la meta del grupo de aseguramiento mejorar la eficiencia, es preciso tener un programa de las 5”S”, así se logran los resultados y el personal produce, participando en la consecución de los objetivos. Claro está que se deben tratar con respeto, hablar con claridad y sinceridad, se les debe formar y capacitar, se les debe hacer partícipes de los beneficios y mantener motivados, convirtiéndose en ejemplo de otros equipos de trabajo que hacen parte de la compañía.

El grupo de aseguramiento de la Zona Bogotá trabaja en diferentes ambientes: Oficinas, cuartos de equipos y equipos instalados en la intemperie. La metodología 5”S”, es aplicable a estos ambientes pero se debe manejar de diferentes formas por lo que es conveniente dividir claramente las actividades que se realizan en cada lugar (véase ítem 2.3.7). El trabajo en equipo también se ve fortalecido con las mejoras en el manejo de la información y técnicas de análisis de modos y efectos de fallas, análisis de causa raíz y 5 W – 1 H.

- Manuales de procedimientos: dentro de las culturas que se deben formar en la administración autónoma está la creación de manuales de procedimientos para los equipos de comunicaciones. El manual entregado por el fabricante no siempre reúne todos los procedimientos que se pueden usar en la solución de determinada

falla, en la mayoría de los casos la experiencia de algunos colaboradores prima sobre los archivos existentes, pero se cae en el error de convertir a estas personas en expertas e indispensables para realizar estas labores. Por el contrario si estos conocimientos se compartieran con los demás, por ejemplo utilizando la metodología de lecciones de un punto en las reuniones de los grupos de mejoramiento o realizando documentos fáciles de utilizar que estén a la mano, se disminuirá el tiempo empleado en la solución de fallas propias de cada equipo.

Luego de alcanzar la primer condición básica con la introducción de las 5" S", se alcanza un estándar de limpieza y se tiene el 60% hacia la tendencia a cero fallas. Luego se inicia la implementación de las contramedidas para las fuentes de problemas y los lugares con difícil acceso. Es preciso aclarar que no se hace referencia a los lugares donde es difícil realizar una limpieza adecuada y no a los lugares distribuidos en la Zona Bogotá que por una u otra razón no es posible tener ingreso a las instalaciones para realizar las labores de mantenimiento antes mencionadas a los equipos allí instalados.

- Inspección global: como se mencionó en la fase de preparación donde se toca el tema de capacitación, nuevamente se hace evidente la exigencia de incorporar temas de mantenimiento básico para mantenimiento preventivo no propio de cada equipo o tecnología instalada en la red de comunicaciones de la Zona Bogotá.

Los colaboradores de la Zona Bogotá se han convertido en expertos en la operación de las diferentes tecnologías instaladas en la red, pero no se tienen claros algunos conceptos del mantenimiento como: Tipos de mantenimiento, costos y beneficios de las actividades de mantenimiento, los planes y programas que hacen parte de las estrategias del mantenimiento, como también algo muy importante evolución del mantenimiento a través de la historia. En la actualidad algunos profesionales tienen el paradigma de que para poder realizar un mantenimiento preventivo que arroge resultados se debe perfeccionar al máximo el mantenimiento correctivo, mientras que por otro lado las investigaciones dicen lo contrario. La innovación, evolución y demás avances alcanzados con las nuevas técnicas de mantenimiento son desconocidas o tal vez son tan sorprendentes que no es factible la posibilidad de utilizarlas en una empresa prestadora de servicios de telecomunicaciones. El ideal como se prepone en este modelo gerencial es llegar a una metodología similar al mantenimiento productivo total, que aunque se lleva aplicando en la industria de la producción desde los años 60, para los líderes y demás profesionales de la zona Bogotá es totalmente desconocida.

- Inspección autónoma: la inspección autónoma es un proceso orientado a encontrar mejoras en los procesos realizados, de modo que se disminuya el tiempo y se agilicen las actividades. En la teoría de Justo A Tiempo (véase ítem 2.3.3) se encuentra un proceso conocido como "*Single Minute Exchange of Dies*" (SMED), que se traduce como Intercambio de Troqueles en un Minuto, el cual

tiene dos funciones primordiales que aplicadas al mantenimiento de los equipos de la Zona Bogotá puede disminuir el tiempo de atención de fallas elevando la disponibilidad del servicio de comunicaciones.

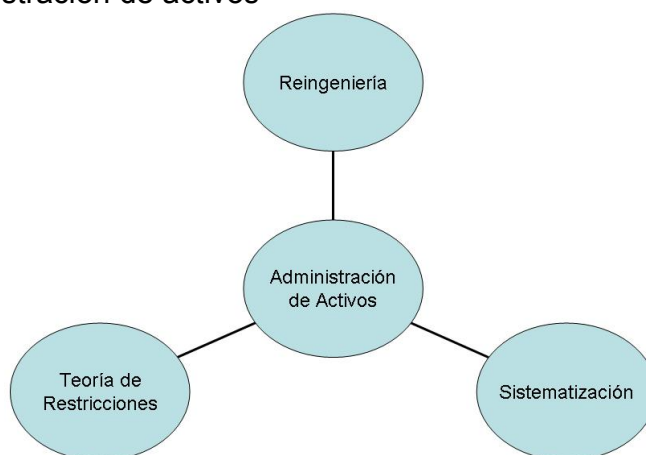
El primer grupo de funciones son conocidas como Externas y son todas aquellas funciones relacionadas con los cambios o preparativos que se pueden hacer mientras el equipo sigue procesando servicios normalmente. El segundo grupo son las funciones Internas, que son todas las actividades que se realizan con el equipo detenido fuera de servicio.

Desde el punto de vista del servicio, el tiempo es lo predominante frente a las labores que se desempeñen en la red, así, las funciones se convierten en tiempos externos y tiempo internos. Al atender fallas se deben convertir los tiempos internos en externos para disminuir el tiempo fuera de servicio, en otras palabras se debe estar preparado para atender la falla antes de que ésta ocurra, de modo que cuando ésta aparezca se atienda en el menor tiempo posible.

En la final de la implementación de la administración autónoma se encuentra la incorporación de metodologías para la mejora de la calidad y el desarrollo de los servicios prestados. Una de estas metodologías es el Despliegue de Función de Calidad (QFD), que se trabajó en un capítulo anterior.

4.5.3 Administración de activos. Sin lugar a dudas los activos, es decir, edificios, equipos, herramientas y demás, son la materia prima para el trabajo en el área del mantenimiento. De aquí la necesidad de administrar de la mejor manera los activos de la zona Bogotá, para fortalecer el modelo que se desea implementar. En la Figura 25, se muestran tres modelos administrativos que aportan al buen uso de los activos.

Figura 25. Administración de activos



- Reingeniería: la administración de los activos toca directamente el modelo de negocios de la compañía para abordar cambios en su interior. Es el caso de la reingeniería donde se incorpora la estrategia corporativa, la visión de procesos, personal y tecnología para lograr mejorar el desempeño de los indicadores claves y crear una ventaja competitiva sustentable en el tiempo. Por otro lado la reingeniería sirve para realizar una revisión a fondo con el fin de llegar a un rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas de rendimiento, tales como costos, servicio y velocidad.

La utopía del cambio en una organización es llegar a trabajar mejor, más rápido y más barato para que la competencia sin importar la ubicación no sea una amenaza en el mercado, ya sea en el interior del país o en el exterior. Por tanto, es necesario hacer mejor, más rápidos y más económicos los procesos esenciales de la empresa.

Como se veía en el marco teórico el objetivo de la reingeniería no es la empresa sino el proceso. Es así que un proceso debe ser eficaz que satisfaga las necesidades de los clientes, ser confiable para mantener la calidad del rendimiento, ser eficiente para mantener la velocidad de transformación que genere el proceso a los insumos encontrados en las entradas y lo mas importante el factor económico porque la meta de toda compañía es producir ganancias al menor costo posible.

Son muchos los cambios que la reingeniería incorpora en los equipos de trabajo a nivel de procesos, haciendo de pequeñas tareas grandes avances en la formación y el desempeño para dar los resultados que espera la estructura matricial de la compañía obtener del equipo de aseguramiento.

- Sistematización: otro tema a tratar en la administración de activos es el manejo de la información que estos activos genera. La sistematización es un factor que agrega valor a la gerencia del mantenimiento, permitiendo tomar decisiones oportunas sobre los activos de la compañía a tiempo.

Haciendo el estudio del flujo de la información en el proceso de la toma de decisiones, se puede apreciar que es necesario contar con personal de bastante experiencia para que con pocos datos y sus vivencias se haga una predicción lo mas aproximada posible de lo que puede ocurrir y se tome la mejor decisión, o bien se pueden tener muchos datos esperando que se hayan obtenido de la mejor manera y realizar un análisis dispendioso para llenar a las mismas conclusiones.

Como se puede apreciar es un riesgo llegar a conclusiones basados en la experiencia del personal o en la recopilación manual de datos que por si solos no dicen nada. Con la introducción de un sistema de información para la gestión del mantenimiento se puede ir más allá y obtener mejores resultados con la

sistematización de herramientas del mantenimiento como confiabilidad operacional, análisis de criticidad, análisis de causa raíz, leyes de Pareto, tendencia y muchas otras que garanticen tomar las decisiones correctas y a tiempo.

- Teoría de restricciones: la teoría de restricciones desarrollada por Eli Goldratt, trae un sistema lógico que le permite a la gerencia en las prácticas más sencillas entender el porqué se pierde dinero o porqué no se puede avanzar hacia la meta de la compañía, luego de incorporar mejoras y mejoras, que no los lleva a ningún lado.

La teoría de restricciones tiene muchas aplicaciones, especialmente en la industria y en las empresas que generan productos, pero su utilidad no se limita y para una empresa prestadora de servicios ofrece la oportunidad de ver desde otro punto de vista el negocio, ya que en el fondo lo que se espera es generar ingresos de manera continua e incremental.

En la Zona Bogotá se tiene una restricción enorme y es la distribución de los equipos por toda la zona capital y sus alrededores. De esta restricción se generan todos los demás cuellos de botella, como es el desplazamiento hasta los sitios y el tiempo que esto demanda.

4.5.4 Administración del talento humano. Normalmente las empresas giran en torno a unos recursos: capital, tecnología, recursos naturales, potencial humano, grupos de trabajo, espacio físico, información y maquinaria entre otros. Con estos recursos se realizan unos procesos para llegar a un producto o a un servicio, con el fin de satisfacer las necesidades de un cliente interno o externo según el caso.

El buen uso de los recursos por los procesos determina la eficiencia de la empresa y la consecución del producto o servicio a raíz del proceso mencionado determina la eficacia. Si se tiene una excelente relación entre las dos anteriores la empresa alcanza la efectividad deseada.

Como se puede ver en la Figura 26, que es un esquema sencillo para explicar el funcionamiento de una empresa y resaltar que el recurso humano se encuentra a lo largo de la cadena de valor en un producto o servicio, siendo recurso como tal para desarrollar las actividades determinadas por los procesos y por último entregar al cliente el valor agregado que este espera.

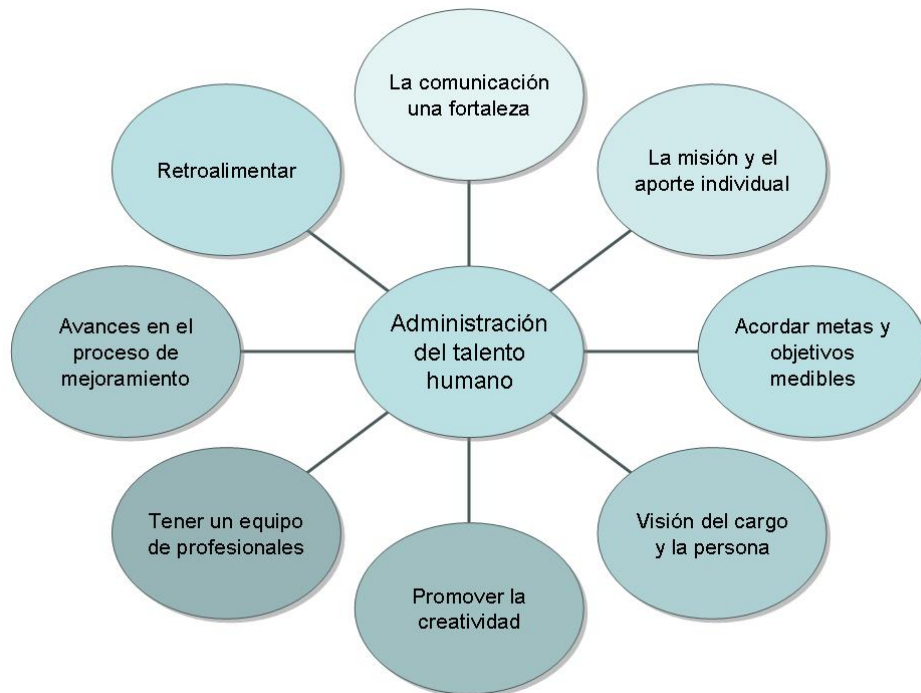
Si las expectativas son desempeñarse con eficiencia, eficacia para tener los mejores resultados, en el talento humano se encuentra la clave para que la gerencia estratégica logre desarrollar el modelo planteado generando cambio, cultura y los mejores resultados convirtiendo a la compañía en una de clase mundial.

Figura 26. Efectividad gracias al recurso humano



Para tener una óptima administración del talento humano se pueden utilizar diferentes tácticas como las que se presentan en la Figura 27:

Figura 27. Tácticas para administrar el recurso humano



- **Visión del cargo y la persona:** crear un grupo de personas capaces de tener metas retadoras y alcanzarlas en medio de los mejores del sector. Dentro del plan estratégico de la compañía ya se tienen definidos la misión, la visión y los valores en general, pero de igual manera es necesario que cada equipo de trabajo y cada persona que lo compone, cuenten con una razón de ser en términos que aporte a la visión corporativa no en tareas y funciones sino pensando en las expectativas que se tienen de él en situaciones futuras en el corto y largo plazo, porque las personas siempre desean saber que se espera de ellos.

- **La misión y el aporte individual:** la calidad y la eficiencia son alcanzables con personas con una alta autoestima y autoconfianza. Poder dejar claros los objetivos y el “como hacer” es el aporte que cada empleado hace a sus labores diarias y lo motiva en todo su potencial. Pero para llegar a lo anterior es necesario reconocer las tareas y labores realizadas haciendo que cada uno se sienta competente y comprometido.

Por otra parte la gerencia debe tener un cuadro de reemplazo que garantice la continuidad del servicio, dedicar tiempo a revisar los trabajos e involucrar al personal en la solución de los problemas del área. También debe lograr que el trabajo en equipo se priorice de tal manera que el aporte individual sea mayor al esperado de ese empleado.

- **Acordar metas y objetivos medibles:** cada esfuerzo es un paso hacia los resultados propuestos y el mejoramiento es la suma de los aportes de cada individuo. En cabeza de la gerencia se encuentra resaltar los comportamientos positivos y la contribución que estos hacen a las actividades diarias. Dichos comportamientos deben ser estandarizados y convertirlos en rutinas que practiquen todos en sus respectivas áreas. Si no es posible estandarizar no se puede contemplar como un mejoramiento ya no se puede iniciar algo que no tenga unas pautas claras preconcebidas antes de iniciar su práctica. De igual manera se deben establecer planes de acción haciendo un seguimiento constante del faltante para alcanzar las metas acordadas.

- **La comunicación una fortaleza:** es necesario que al interior del equipo de trabajo haya empatía, es decir, que una persona sea capaz de influir en la otra a la vez que es influido por los demás. Comunicarse no es nada fácil, se requiere del momento correcto y el mensaje adecuado, de comprender antes de ser comprendido. Como en cualquier momento una conversación se puede convertir en discusión es necesario dar herramientas a los equipos de trabajo para solucionar estos inconvenientes y no quedar enfrascados en conflictos que no aporten a los objetivos. Existen herramientas como las propuestas por Eliyahu Goldratt en su teoría de las restricciones que ayudan trabajar por un objetivo común, tal es el caso de las nubes de conflictos, árboles de ideas, o en los casos que se necesite generar árboles de transición para dar instrucciones claras,

basado en una lógica detallada de cómo pasar del presente hacia el futuro deseado.

- Promover la creatividad: el involucrar al personal aprovechando su participación sirve para que ellos demuestren sus capacidades y el desarrollo que han alcanzado. El personal debe ser consciente que al enfrentar fallas debe ir más allá para encontrar las causas raíces que las generan, recolectando los datos necesarios en el tiempo y el espacio para su análisis que lleve a las posibles alternativas para solucionarlas de forma preventiva y correctiva.
- Tener un equipo de profesionales: es importante que el equipo de trabajo este comprometido con su profesión y con su trabajo, con la vocación del estudio y la actualización puesto que ganan todos, desde el empleado, la empresa y el área específica donde se desempeñe. El desarrollo integral del personal lleva al éxito de la empresa hoy y garantiza que lo tenga en el futuro.
- Avances en el proceso de mejoramiento: para asegurar la calidad y determinar un proceso de mejoramiento es necesario prevenir, analizar las fallas, cambiar la cultura de improvisar por la de normalizar fortaleciendo las buenas prácticas y debilitando las negativas. El líder es factor clave para influir en la conducta de su equipo sin intentar controlarla.
- Retroalimentar: todo proceso por excelente que parezca puede ser mejorado, lo que se necesita es aprender a aprender utilizando métodos que le permitan al equipo de trabajo ver sus errores. Filmar y registrar el actuar de los empleados hace que los detalles se puedan mejorar y se optimice el tiempo de los recursos mas valiosos. Esta retroalimentación siempre es mejor hacerla con hechos y datos específicos que refuercen el compromiso y la participación.

Estas son algunas de las tácticas mas representativas que aportan al cambio cultural en una organización que tiene como filosofía el mejoramiento continuo y que espera llegar a ser una de clase mundial. En el caso de la Zona Bogotá la capacitación es fundamental en este proceso de cambio, junto con la consolidación de colaboradores multifuncionales y multifunción que se desempeñen sin problema en las áreas de transmisión, conmutación y energía.

## 5. METAS E INDICADORES DE LA ZONA BOGOTÁ

El modelo gerencial va orientado a cumplir cuatro metas que como se expuso en el capítulo anterior, la regional Centro de la Vicepresidencia de Infraestructura Técnica, debe alcanzar:

- Mejorar la Operación y el desempeño de la red (Cumpliendo con los ANS de la Vicepresidencia)
- Implementar el "Modelo de Gestión Integral de la Vp de Infraestructura" en la regional con un enfoque práctico en el desarrollo de procesos de gestión hacia la calidad y la productividad, para lograr una alta competitividad y confiabilidad de los productos y servicios de la Vp.
- Identificar y mantener actualizados los registros de la infraestructura técnica existente en la regional
- Ejecutar los Requerimientos de expansión y optimización en la Regional

Con la aplicación de la metodología de despliegue de la función de calidad QFD, se encontró que las metas a y b, tienen el porcentaje mayor de importancia desde el punto de vista de los colaboradores de la Zona Bogotá. Esto implica que como prioridades se tienen: mejorar la operación y desempeño de la red, es decir, la razón de ser del equipo de aseguramiento de Zona, y por otro lado implementar un modelo de gestión integral de la vicepresidencia, lo que implica un cambio de cultura desde la gerencia hasta el personal encargado de la ejecución de las actividades.

Para la regional centro se han definido los siguientes indicadores que se presentan en la Tabla 11, para medir el cumplimiento de las metas:

Tabla 11. Indicadores de la Regional Centro que aplican a la Zona Bogotá

META REGIONAL	INDICADOR	PERIODICIDAD	META
Mejoramiento de la Operación y desempeño de la red (Cumpliendo con los ANS de la Vicepresidencia)	Grado de servicio	Mensual	3,824%
	Disponibilidad de servicio TX	Mensual	99,950%
	Disponibilidad de servicio CX	Mensual	99,990%
	Disponibilidad de servicio EX	Mensual	99,981%
	% de Medios entregados	Mensual	100%
	% Cumplimiento de los ANS Regionales	Mensual	100%
Ejecutar los Requerimientos de expansión y optimización en la Regional	% Requerimientos provisionados oportunamente.	Mensual	100%
	% Cumplimiento Plan de optimización de red en la regional	Mensual	100%
Identificar y mantener actualizados los registros de la infraestructura técnica existente en la regional	% de Infraestructura identificada	Trimestral	100%
Implementar el "Modelo de Gestión Integral de la Vp de Infraestructura" en la regional con un enfoque práctico en el desarrollo de procesos de gestión hacia la calidad y la productividad, para lograr una alta competitividad y confiabilidad de los productos y servicios de la Vp.	Desarrollo del Plan Operativo de la Vicepresidencia a nivel Zonal.	Bimestral	100%
	Desarrollo y Despliegue de la estructura funcional de la Vicepresidencia.	Bimestral	100%
	Implementación del Sistema de Gestión y Control Estratégico en la Regional	Bimestral	100%
	Implementación de procesos en la regional	Bimestral	100%

La metodología de mantenimiento productivo total, propone 6 puntos de vista para determinar los indicadores, para el caso de Colombia Telecomunicaciones SA, se debe tomar desde la perspectiva de servicio y no de producto, como se muestra en la Tabla 12.

Son muchos los indicadores necesarios para gestión una empresa como Colombia Telecomunicaciones que es prestadora de servicios públicos. Se tiene tanto indicadores externos que miden la satisfacción de los clientes, como indicadores internos que miden la eficiencia de las actividades realizadas sobre la infraestructura de la empresa.

Tabla 12. Indicadores TPM para la Zona Bogotá

	INDICADORES	FRECUENCIA	META	Zona Bogotá	Procesos	Áreas
Productividad	Trafico	Mensual	100%	X	X	X
	Eficiencia general del equipo	Mensual	>75%		X	X
	Energía/servicio prestado	Mensual	<50%	X	X	X
	Número de procesos/hora	Mensual	>90%		X	X
Calidad	Calidad del servicio	Mensual	<90%	X	X	
	Capacidad para dar un servicio de calidad de primera	Mensual	>95%		X	X
	Reclamos de clientes SAT	Mensual	<10%	X	X	X
Costos	Costos de calidad	Mensual	<15%	X	X	
	Costo por servicio	Mensual	<25%	X	X	
	Costo del mantenimiento	Mensual	<10%	X	X	
Entrega	Tasa de instalaciones a tiempo	Mensual	>95%	X	X	X
	Tiempo de procesos	Mensual	100%		X	X
Seguridad	Accidentes con pérdida de tiempo	Mensual	0%	X	X	X
	Tasa de gravedad de accidentes	Mensual	<0,2%	X	X	X
Motivación	Sugerencias	Mensual	100	X	X	X
	Horas de capacitación por persona	Mensual	20	X	X	X
	Número de reportes/persona	Mensual	100%	X	X	X
	Horas de actividad TPM/mes	Mensual	20	X	X	X

Es necesario que ha medida que se empiece con el proceso de implementación del modelo se introduzcan otros indicadores tradicionales que creen la cultura de mantenimiento que se espera, estos son:

### 5.1 INDICADORES DE GESTIÓN

Reflejan la situación de los trabajos que debe realizar el grupo de aseguramiento en períodos de tiempo establecidos como:

- Total de trabajos pendientes: incluye los trabajos pendientes en el proceso más los trabajos autorizados pero que no se disponen de todos los recursos y materiales para su ejecución.
- Trabajos pendientes en proceso: son las órdenes de trabajo probadas para las cuales se tienen disponibles todos los recursos necesarios pero que están en ejecución, pudiendo ser afectados por la definición de prioridades.
- Índices de mantenimiento sistemático: es la relación de recursos empleados bien sea mano de obra, repuestos, herramientas o costos contratados en el mantenimiento sistemático, respecto al total de recursos empleados por mantenimiento, estos son:

$$IMS1 = \frac{\text{Número de órdenes recibidas}}{\text{Número de días del período}}$$

Como resultado del proceso de uso y aprovisionamiento se generan cierto número de órdenes en el periodo que es de un mes. Como resultado se obtiene la cantidad de órdenes que se ejecutan en el periodo y sirve para planear la cantidad de recursos que se pueden requerir en un día.

$$IMS2 = \frac{\text{Número de órdenes terminadas}}{\text{Número de órdenes recibidas}}$$

Del mismo proceso anterior se pueden obtener el número de órdenes terminadas y recibidas para conocer la eficacia de cada área.

$$IMS3 = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número promedio de fallas}}$$

Un indicador que sirve de control a demandas extraordinarias de recursos es el número de fallas respecto al número promedio de fallas, lo que puede generar una contingencia de recursos para estar preparados.

## 5.2 INDICADORES PARA EVALUAR EL MANTENIMIENTO

Estos índices reflejan la situación en la que se encuentran trabajando los equipos de aseguramiento y su desempeño respecto a sus actividades.

$$IEM1 = \frac{\text{Activos de mantenimiento}}{\text{Equipos de infraestructura de la red}}$$

Cantidad de equipos y herramientas utilizadas en mantenimiento sobre la cantidad de equipos de comunicaciones que son atendidos sobre la red de la Zona Bogotá. Se obtienen de los inventarios de la zona y sirve para ver la cantidad de recursos físicos que se tienen por equipo atendido.

$$IEM2 = \frac{\text{Presupuesto de mantenimiento}}{\text{Presupuesto de las unidades de negocio}}$$

Cantidad de dinero que se invierte para mantener los servicios actualmente instalados y en funcionamiento, versus la cantidad de dinero invertido para satisfacer las necesidades de nuevos clientes. Estos datos se obtienen de los balances de la empresa y sirve para orientar el negocio hacia un futuro rentable.

$$IEM3 = \frac{\text{Recurso humano de mantenimiento}}{\text{Recurso humano de administracion}}$$

Cantidad de personal dedicado al mantenimiento versus la cantidad de personas dedicadas a labores de soporte. Es un indicador que se puede obtener del área de recursos humanos, de manera que la planta de personal este realmente orientada las necesidades de la empresa.

$$IEM4 = \frac{\text{Inversiones en mantenimiento}}{\text{Inversiones totales}}$$

Cantidad de inversiones hechas en mantenimiento, versus las inversiones totales de la compañía. Se obtiene del presupuesto general y es muy útil para ver el crecimiento del negocio.

$$IEM5 = \frac{\text{Sistematización de la función mantenimiento}}{\text{Sistematizacion en otras vicepresidencias}}$$

Nivel de sistematización de las funciones de mantenimiento, versus el avance tecnológico llevado en otras áreas de la compañía. Es algo difícil de cuantificar pero muestra el avance del área de mantenimiento respecto a las otras de la empresa.

### 5.3 INDICADORES DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Estos índices son herramientas para la planeación de labores determinadas o programas por mantenimiento. Estos son de mucha ayuda porque el mayor problema en las labores de mantenimiento es la falta de planeación y

programación de actividades que aporten valor real a los otros índices de la Zona Bogotá.

$$IPP1 = \frac{\text{Trabajos terminados}}{\text{Trabajos programados}}$$

Indicador de eficacia del mantenimiento, se obtiene a partir de las órdenes de trabajo.

$$IPP2 = \frac{\text{Horas hombre previstas}}{\text{Horas hombre reales}}$$

Indicador de efectividad en la programación de recursos humanos para determinada labor. Se obtiene del profesional encargado de la planeación y programación.

$$IPP3 = \frac{\text{H.H. trabajos urgentes}}{\text{H.H. totales de mantenimiento}}$$

Indicador que relaciona el trabajo preventivo y el trabajo correctivos dependiendo de las horas hombre empleadas en cada una. Se obtiene del profesional a cargo de la programación y planeación.

$$IPP4 = \frac{\text{Horas paro de equipos}}{\text{Horas totales en operación}}$$

Este indicador se puede asemejar al indicador de disponibilidad pero a nivel global, con pocos detalles.

En algunos casos se ha hecho evidente que por muchas labores que se realicen los índices no son los mejores, es necesario aplicar estos indicadores para encontrar la realidad de la utilización del tiempo, su uso y aprovechamiento.

#### 5.4 INDICADORES DE COSTO

Costo real, Indica la precisión con que se elabora el presupuesto del área incluyendo la mano de obra, tiempos, materiales y repuestos, implementos de seguridad insumos, etc.

$$IC = \frac{\text{Costo real}}{\text{Costo presupuestado}}$$

## 5.5 INDICADORES DE EFECTIVIDAD

Estos indicadores ya están claramente definidos y son los mas utilizados por para las empresas de telecomunicaciones, ya que con estos indicadores se puede aproximar la calidad de los servicios prestados a la vez que sirve de garantía a los clientes corporativos.

- Disponibilidad: es la probabilidad de que un equipo sea operable a lo largo de un período calendario dado.
- Confiabilidad: es la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un tiempo determinado, para llegar a ella es necesario establecer el número de puestas en servicio, su duración operando satisfactoriamente, las fallas ocurridas, el número de equipos en servicio y el porcentaje de equipos activos. La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo no falle en servicio y este concepto es caracterizado por el tiempo promedio entre fallas (TPEF).

$$TPEF = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de puestas en servicio}}$$

- Mantenibilidad: es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es ejecutado de acuerdo con procedimientos preestablecidos; puede expresarse también como la probabilidad de que un equipo que ha fallado pueda ser reparado dentro de un período dado de tiempo, que puede ser caracterizado por el tiempo promedio para intervenir (TPPR).

$$TPPR = \frac{\text{Tiempo de no funcionamiento}}{\text{Nº de intervenciones de mantenimiento}}$$

Puede expresarse también como el tiempo de falla promedio.

$$T_{fp} = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Nº de fallas}}$$

## 5.6 EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN

Para poder calcular la Eficiencia Global de Producción (EGP), se debe tener en cuenta que en la Zona Bogotá se tiene tres grupos de equipos bien identificados que trabajan interrelacionados entre si, para poder entregar a los usuarios los

servicios de comunicaciones deseados. Estos tres grupos o subáreas de trabajo son: Transmisión, Conmutación y energía.

Los equipos deben trabajar 24 Horas al día y 7 días a la semana, los 30 días del mes. Cualquier interrupción afectaría gravemente a los usuarios por ser un servicio público. Se programan mantenimientos de "X" minutos a la semana, pero no esta permitido afectar el servicio a menos que sea muy necesario, por lo cual este tiempo no es una constante al mes.

- Disponibilidad

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Tiempo Total disponible: } 7 \text{ días} \times 24 \text{ horas} \times 60 \text{ min.} & = & 10,080 \text{ minutos} \\
 \text{Paradas programadas: "X" minutos} & = & \text{"X" minutos} \\
 \hline
 \text{Tiempo de operación programado} & & \mathbf{10,080 - X}
 \end{array}$$

Si en la semana ocurre una falla y se afecta el servicio "Y" minutos entonces:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Tiempo de operación programado} & = & 10,080 - X \\
 \text{Tiempo de paradas no programadas} & = & \text{"Y" minutos} \\
 \hline
 \text{Tiempo de operación} & & \mathbf{10,080 - X - Y}
 \end{array}$$

Con estos datos se obtiene la disponibilidad para cualquier equipo:

$$\text{DISPONIBILIDAD (\%)} = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo de Operación Programado}}$$

- Desempeño: como el resultado que se entrega al final del periodo no es un producto sino con un servicio, la formula tradicional se transforma en:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Tiempo Teórico del} & 1 \text{ minuto / (capacidad} & = & \text{Tiempo para atender} \\
 \text{Ciclo} & \text{de llamadas)} & & \text{una llamada} \\
 \text{Cantidad} & \text{Trafico} & = & \text{Tiempo de las llamadas} \\
 \text{Procesada} & & & \text{hechas al mes} \\
 \\ 
 \text{DESEMPEÑO (\%)} = & \frac{\text{Tiempo Teórico del Ciclo x Cantidad} & & \\
 & \text{Procesada} & & \\
 & \text{Tiempo de Operación} & & 
 \end{array}$$

- Calidad: la calidad del servicio se mide de acuerdo a los reclamos recibidos de parte de los clientes que dependen del equipo en estudio.

Cantidad Procesada = Líneas Instaladas  
Cantidad de Defectos = Reclamos sobre Líneas Instaladas

$$\text{CALIDAD (\%)} = \frac{\text{Líneas Instaladas} - \text{Reclamos sobre Líneas Instaladas}}{\text{Líneas Instaladas}}$$

## 6. CONCLUSIONES

Se desarrollo un modelo gerencial de mantenimiento para la Zona Bogotá Regional Centro, en la vicepresidencia de Infraestructura Técnica, de Colombia Telecomunicaciones SA ESP, utilizando las herramientas del Mantenimiento Productivo Total y técnicas administrativas modernas que favorecen el desempeño de la compañía, llevándola por el camino del mejoramiento continuo con las prácticas necesarias para convertirse en una empresa competitiva de clase mundial, siempre estando acorde con el plan estratégico planteado por junta directiva de la compañía.

En el transcurso de dos años las directrices y políticas de mantenimiento no han sido desplegadas en la totalidad de la compañía. En el caso de la Zona Bogotá esto genera que la red de comunicaciones se degrade día a día y genere niveles de inconformismo altos entre los colaboradores.

Durante el diagnostico se pudo concluir que lastimosamente en la Zona Bogotá se trabaja con la mentalidad de bomberos, siempre reactivos a fallas y que para solucionarlas no importan los sacrificios que sean necesarios hacer, con tal de cumplir con los indicadores que se han impuestos para el área, por un ente regulador del estado, por competitividad o por las mismas directivas de la empresa solo para demostrar que se esta mejorando en el servicio prestado.

Con lo anterior también se encontró un problema grave de liderazgo y conocimiento, por lo cual para iniciar el proceso de cambio en la Zona Bogotá es necesario disponer de un tiempo prudencial para cambiar el concepto gerencial que se tiene sobre el mantenimiento. Por otra parte, la mayoría de los trabajadores que tienen a cargo la operación y el mantenimiento de equipos de comunicaciones tienen un perfil orientado hacia la electrónica y los sistemas, estas áreas del conocimiento no forman en el trabajador una cultura de mantenimiento, ya que si algo falla se cambia pensando en la facilidad de los procedimientos y no en los costos que esto genera. Los colaboradores de la Zona Bogotá, son un claro reflejo de esto y es necesario romper estos paradigmas y crear una cultura de mantenimiento que genere un mejoramiento continuo haciendo de la compañía una de clase mundial.

En el desarrollo del modelo gerencial se involucro a los colaboradores de la Zona Bogotá, utilizando la metodología del Despliegue de la Función de Calidad, donde se pudo apreciar las cualidades y disposición de cada uno para aportar su conocimiento, su experiencia y demostrar que el trabajo en equipo es primordial para alcanzar objetivos ambiciosos.

Es importante que el cambio cultural que se inicie en la Zona Bogotá, vaya de la mano de un plan de mejoramiento continuo, ya que es necesario que las mejores prácticas de mantenimiento perduren en el tiempo y preparen al equipo de trabajo para adaptarse rápidamente a las nuevas tecnologías que llegan día a día, al sector de las comunicaciones. Si actualmente no se está haciendo el mantenimiento apropiado a equipos que llevan en servicio aproximadamente 10 años, no se puede esperar que se haga con los equipos nuevos.

Hay muchas formas de hacer las cosas que tal vez lleven a los mismos resultados, pero de una correcta planeación y programación depende que estos resultados siempre sean los mismos o tal vez mejores. Es primordial tener trabajadores concientes de la necesidad de fomentar el crecimiento del conocimiento, para evitar que en el futuro ocurran las mismas fallas del presente, que se esmeren por encontrar la causa raíz de los problemas y desarrollen manuales que faciliten a nuevos compañeros el aprendizaje de las labores que se llevan a cabo en la Zona Bogotá.

Los indicadores de mantenimiento en su mayoría están orientados a los equipos y procesos que tienen que ver con la industria de la producción, por cual es necesario tomar la filosofía de cada uno y convertirlos en indicadores aptos para la industria de las telecomunicaciones que prestan un servicio como los que se desarrollaron en este proyecto.

La tecnología de las comunicaciones crece a pasos agigantados y el estar preparados para garantizar la calidad del servicio a las futuras generaciones de usuarios, demanda una evolución en el área del mantenimiento de dicha tecnologías cada vez más complejas. El tomar las decisiones correctas a la hora de garantizar la prestación continua de un servicio puede ser el gramo que incline la balanza hacia el éxito en este mundo de cambio y globalización.

Para finalizar se espera que este proyecto de grado sirva como inicio de muchas otras investigaciones donde se trabaje la gran variedad de conceptos, herramientas, metodologías y demás elementos vistos durante la especialización, que hacen del mantenimiento una necesidad para cualquier compañía sin importar su razón de ser, el mantenimiento es mas que un costo o una inversión, es la clave del éxito para llegar a estar entre las empresas de clase mundial.

## BIBLIOGRAFÍA

ANZOLA, F. and PRADHAN, S. *Maintenance Strategies for Greater Availability. Maintenance & Retrofitting*. 1 ed. s.l.: s.n. 1994.

ARCINIEGAS, Carlos Alberto. *Mantenimiento Productivo Total. Memorias Posgrado*. Bogotá, Colombia: Universidad Industrial de Santander, 2000.

BEER, Michael. *La Renovación de las Empresas a través del Camino Crítico*. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 1992.

BARBOSA SUÁREZ, Bernardo y MERCADO LARA, Martín Ignacio. *Modelo De Desarrollo Gerencial En Mantenimiento Para Telecom Gerencia Departamental Norte De Santander*. Bucaramanga, 2000. p. 130. Trabajo de Grado (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniera Mecánica.

BLANCHARD, Ken. *Administración por Valores*. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 2000.

COOK, Marshall. *Coaching Efectivo*. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 2002

CUEVAS AGUILAR, Carolina A. *Modelo Para Medir La Calidad En Los Servicios Brindados Por Los Hospitales Puertorriqueños*. Puerto Rico, 2004. 272 p. Trabajo de Grado (Maestro en Ciencias). Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario De Mayagüez. Ingeniería Industrial.

DONNELLY, J. H., GIBSON, J. e IVANCEVICH, M. *Las organizaciones*. 1 ed. Madrid, España: Irwin, 1996.

ESCALONA, Iván. *Teoría de Restricciones (TOC - Theory of Constraints)* [en línea]. s.p.i. [citado en 2005-06-12]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.monografias.com>

Goldratt, Eliyahu. *La Meta*. 2 ed. s.l.: Regiomontanas, 2004. p. 424.

GOTERA, Eddin. *¿Que es lo último que hemos aplicado en mantenimiento?* [en línea]. s.p.i. [citado en 2005-06-12]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.monografias.com>

HAMMER, Michael y CHAMPY, James. *Reingeniería*. 1 ed. s.l.: Norma, 1994.

- HARRINGTON, H. James. *Administración Total del Mejoramiento Continuo*. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 1997.
- KAPLAN, Robert and NORTON, David. *Balanced Score Card*. 1 ed. s.l.: Gestión, 2000.
- KONNTZ, Harold y WEIHRICH, Heinz. *Administración*. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 1998.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. *Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación*. Segunda actualización. Santa fe de Bogotá D.C.: ICONTEC, 1996.126p.NTC 1307.
- IVANCEVICH, M. *Gestión, calidad y competitividad*. 1 ed. Madrid, España: McGraw-Hill, 1997.
- LEFCOVICH, Mauricio. *Un pasó más hacia la excelencia empresaria [en línea]*. s.p.i. [citado en 2005-06-12]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.monografias.com>
- LESSEM, R. *Gestión de la cultura corporativa*. 1 ed. s.l.: Díaz Santos, 1992.
- MORRIS, Daniel y BRANDON, Joel. *Reingeniería*. 1 ed. s.l.: McGraw-Hill, 1994.
- MOUBRAY, J. *Applying and Implementing Risk-based Inspection Programs. Maintenance & Reliability. Hydrocarbon Processing*. 1 ed. s.l.: s.n., 1997.
- OHNO, Taiichi. *El sistema de producción TOYOTA*. 1 ed. s.l.: Gestión, 2000.
- PAVISICH, Luís. *Las Nuevas Herramientas de la Administración Moderna [en línea]*. s.p.i. [citado en 2005-06-12]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.monografias.com>
- ROBBINS, S.P. *Comportamiento Organizacional*. 8 ed. México: Prentice Hall, 1998.
- RICO, Rubén. *Calidad Estratégica Total*. 1 ed. Argentina: Macchi, 1992.
- SHINGO, Shigeo. *El Sistema de Producción Toyota desde el punto de vista de la Ingeniería*. 2 ed. s.p.i.
- SPENDOLINI, Michael J.: *Benchmarking*. 1 ed. s.l.: Norma, 1994.
- SUZAKI, Kiyoshi. *The New Manufacturing Challenge*. 10 ed. s.p.i.