



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO,
TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10
SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A.**

Daniela Altagracia Argueta Mérida

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO,
TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10
SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DANIELA ALTAGRACIA ARGUETA MÉRIDA
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO,
TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10
SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería de Mecánica Industrial, con fecha noviembre de 2011.



Daniela Altagracia Argueta Mérida



Guatemala, 18 de enero de 2013.
REF.EPS.DOC.64.01.13.

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

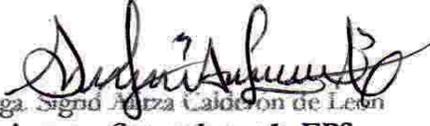
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Daniela Altigracia Argueta Mérida**, Carné No. **200112429** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO, TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10 SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A."**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga Sigrid Arza Calderón de León
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial


SACdE/ra



Guatemala, 18 de enero de 2013.
REF.EPS.D.32.01.13

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO, TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10 SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A."** que fue desarrollado por la estudiante universitaria, **Daniela Altagracia Argueta Mérida** quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como *Asesora-Supervisora de EPS y Directora*, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León
Directora
Universidad de San Carlos de Guatemala
Unidad de EPS
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SACAl.DdI./ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.011.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO, TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10 SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Daniela Altagracia Argueta Mérida**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.171.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO, TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10 SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Daniela Altagracia Argueta Mérida**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 436.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **CONTROL DE MATERIALES Y LOGÍSTICA A TRAVÉS DEL MANEJO FÍSICO, TRANSPORTE, ALMACENAJE Y LOCALIZACIÓN DE LOS MATERIALES EN 10 SECTORES DE LA DISTRIBUIDORA DE SERVICIO ELÉCTRICO S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Daniela Altagracia Argueta Mérida**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 21 de junio de 2013.

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Dedico mi esfuerzo a Dios. Él es quien me ha dado todo y me ha hecho ser quién soy. Por él y para él culmino esta etapa de mi vida académica.
- Mis padres** Agradezco a mi papá, Hugo Rolando Argueta Hernández, quién ha sido ejemplo de honorabilidad, perseverancia y esfuerzo. A mi mamá, Altagracia de Jesús Mérida Girón, quién en todo momento me acompañó como mi ángel y hasta el cielo te dedicó este esfuerzo, por que fuiste una mujer fuerte, humilde a quién debo lo que soy hoy.
- Mi abuela** Dedico especialmente a mi abuela Sara, por tu ejemplo de fortaleza, tu vida me ha servido de inspiración.
- Mis hermanos** Un logro como este, lo comparto con mis hermanos, Fabiola, Sandra, Hugo, Juan Pablo, que de una u otra forma fueron usados por Dios para darme grandes lecciones.
- Mis sobrinos** Dedico este esfuerzo a Mario, Andrea, Paola, Emily, Marcela, Natalia, Valeria, espero sea de ejemplo para que en un futuro Dios me permita ser parte de sus logros.

Mis amigos

A todos los que me acompañaron en este camino, en especial a Daniel, Miguel, Eddy, Izabel quiénes me han apoyado siempre.

Mi familia

A todos los que me apoyaron y acompañaron en este camino.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Todopoderoso Por haberme permitido llegar hasta este punto y poder lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Mi familia En especial a mis padres, hermanos y sobrinos, por sus consejos, valores y motivación constante, por estar siempre cuándo los necesite.

Mi asesor Sigrid Calderón, por toda la paciencia y apoyo que me ha brindado, gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Historia y antecedentes de la empresa.....	1
1.2. Ubicación	2
1.3. Visión	2
1.4. Misión	3
1.5. Estructura organizacional	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Control	5
2.1.1. Control de materiales.....	5
2.1.2. Pasos para un buen control	5
2.1.3. Herramientas o instrumentos de control	6
2.1.4. Puntos estratégicos de control.....	7
2.1.5. Cualidades de un sistema de control	8
2.1.6. Tipos de control según su periodicidad.....	9
2.1.7. Fallas en el proceso de control	10
2.1.8. Proceso metodológico para el desarrollo del sistema de control de gestión.....	10
2.2. Control de mando	12

2.2.1.	Requisitos para un control eficaz.....	12
2.3.	Logística de materiales.....	14
2.3.1.	Riesgos de un manejo ineficiente de materiales	14
2.3.2.	Dispositivos para el manejo de materiales	15
2.3.3.	Redes de flujo de materiales	17
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	19
3.1.	Distribución de la empresa	19
3.2.	Distribución del Departamento de Mantenimiento.....	20
3.2.1.	Descripción.....	20
3.2.2.	Responsabilidades	21
3.2.2.1.	Estructura organizacional	22
3.2.2.2.	Actividades principales	23
3.3.	Tipos de mantenimiento	25
3.3.1.	Mantenimiento preventivo.....	25
3.3.1.1.	Actividades principales	26
3.3.2.	Mantenimiento correctivo.....	27
3.3.2.1.	Actividades principales	29
3.3.3.	Mantenimiento predictivo.....	29
3.3.3.1.	Actividades principales	30
3.3.4.	Mantenimiento mejorativo.....	30
3.3.4.1.	Actividades principales	30
3.4.	Manejo de materiales	30
3.4.1.	Actividades principales del manejo de materiales	31
3.4.2.	Clasificación de materiales según el tipo de mantenimiento	34
3.4.3.	Clasificación de materiales según unidad constructiva...35	
3.4.4.	Mapa del proceso actual.....	38
3.4.5.	Indicadores	39

3.4.5.1.	Tiempo total de interrupción por kVA instalado (TTIK).....	41
3.4.5.2.	Frecuencia media de interrupción por kVA instalado (FMIK).....	41
3.4.5.3.	Duración promedio de incidencias (DPI).....	42
3.4.5.4.	Incurrido/presupuestado	43
3.4.5.5.	Gastos operativos/mega vatio hora.....	43
3.4.6.	Sistema de aprovisionamiento	43
3.4.7.	Tipos de <i>stock</i>	45
3.4.7.1.	<i>Stock</i> de ciclo.....	45
3.4.7.2.	<i>Stock</i> de seguridad	46
3.4.7.3.	<i>Stock</i> cero	46
3.4.7.4.	<i>Stock</i> muerto.....	47
3.5.	Bodega de materiales.....	48
3.5.1.	Distribución de la bodega.....	48
3.5.2.	Actividades principales.....	48
3.5.3.	Tipos de almacenaje	49
3.5.3.1.	Almacenes físicos	49
3.5.3.2.	Almacenes virtuales	50
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE MANEJO DE MATERIALES	51
4.1.	Control de materiales.....	51
4.1.1.	Clasificación de materiales	51
4.1.2.	Estandarización del procedimiento de actividades de Mantenimiento	52
4.1.3.	Diagrama de distribución mejorado.....	84
4.1.4.	Determinación de formatos para la gestión de materiales	102
4.1.4.1.	Formato de pedido.....	102

4.1.4.2.	Formato de despacho.....	105
4.1.5.	Determinación de indicadores para la gestión de materiales	105
4.1.6.	Indicador de calidad.....	106
4.1.6.1.	Indicador de cantidad	106
4.1.6.2.	Indicador de tiempo	107
4.1.7.	Indicador de costos.....	108
4.1.7.1.	Indicador de inventario	108
4.2.	Implementación piloto de procesos mejorados en el sector de Quetzaltenango	109
4.3.	Implementación piloto de formatos en el sector de Quetzaltenango	109
4.4.	Implementación general de procesos mejorados	110
4.5.	Implementación general de formatos	110
4.6.	Seguimiento	110
4.6.1.	Monitoreo de los indicadores en cada sector	110
4.6.2.	Evaluación de resultados de indicadores	111
4.6.3.	Métodos de evaluación de resultados	111
4.6.4.	Criterios de evaluación de resultados.....	111
4.6.5.	Interpretación de resultados de indicadores	112
4.6.6.	Acciones correctivas.....	112
4.6.7.	Mejoras del proceso según indicadores de cada sector	112
5.	BENIFELIOS POLICRORADOS (PCB`S).....	113
5.1.	Propuesta para un plan de tratamiento de bifenilos policlorados	113
5.1.1.	Análisis del impacto de los PCB`S al medio ambiente	113

5.1.1.1.	PCB`S	113
5.1.1.2.	Aplicaciones abiertas de los PCB`S.....	114
5.1.1.3.	Aplicaciones cerradas de los PCB`S.....	114
5.1.1.4.	Mecanismos de dispersión de los PCB`S	115
5.1.1.5.	Efectos para el medio ambiente y la salud	115
5.1.1.6.	Propiedades físicas, químicas y eléctricas de los PCB`S	116
5.1.2.	Determinación de áreas donde se utilizan PCB`S	117
5.1.2.1.	Pruebas para detectar la presencia de PCB`S	117
5.1.2.2.	Lineamientos para tomar muestras.....	118
5.1.2.3.	Precauciones para el manejo de la muestra	119
5.1.3.	Desarrollo de plan para tratamiento de PCB`S	119
5.1.3.1.	Manejo adecuado de desechos contaminados con PCB`S	121
5.1.3.2.	Precauciones con equipo que contenga PCB`S	121
5.1.3.3.	Medidas preventivas ambientales.....	122
5.1.3.4.	Sanidad y seguridad	122
5.1.3.5.	Ventilación	123
5.1.3.6.	Seguridad contra incendios.....	124
5.1.3.7.	Métodos de embalaje.....	124
5.1.3.8.	Tratamientos de eliminación de PCB`S	124
5.2.	Almacenamiento de equipos y desechos con PCB`S.....	125
5.3.	Requerimientos mínimos para áreas de almacenamiento.....	125
5.4.	Centros de acopio.....	126

CONCLUSIONES.....127
RECOMENDACIONES129
BIBLIOGRAFÍA.....131
ANEXO.....133

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	2
2.	Estructura organizacional de la empresa	4
3.	Organigrama de la Unidad de Mantenimiento.....	23
4.	Flujograma de las actividades principales de mantenimiento	24
5.	Gráfica de causas que afectan la ejecución de mantenimiento preventivo.....	26
6.	Gráfica de segmentación de incidencias por duración.....	29
7.	Fotografía de la disposición de materiales en bodega de la empresa	32
8.	Fotografía de las estanterías de la bodega de la empresa	32
9.	Diagrama de causa y efecto para el control y manejo de material.....	33
10.	Mapa del proceso actual	38
11.	Gráfico de porcentaje de pedidos entregados.....	40
12.	Diagrama de flujo de requerimiento de material.....	44
13.	Chatarras de herrajes	47
14.	Chatarras de aisladores	47
15.	Fotografía de material reservado en almacén principal	49
16.	Fotografía del almacén principal	50
17.	Formato del contenido del procedimiento de actividades de mantenimiento.....	53
18.	Procedimiento para las actividades de mantenimiento	54
19.	Tamaño estándar de estantería a utilizar en bodegas de sectores.....	88
20.	Distribución de estanterías para bodega sectores categoría A.....	92

21.	Distribución de bodega para sectores categoría A	93
22.	Distribución de estanterías para bodega sectores categoría B.....	94
23.	Distribución de bodega para sectores categoría B	95
24.	Distribución de estanterías para bodega sectores categoría C	96
25.	Distribución de bodega para sectores categoría C	97
26.	Formato de pedido y despacho de material para actividades de preventivo	103
27.	Formato de pedido y despacho de material para actividades de correctivo	104
28.	Ficha de indicador de calidad	106
29.	Ficha de indicador de cantidad	107
30.	Ficha de indicador de tiempo.....	107
31.	Ficha de indicador de costos	108
32.	Ficha de indicador de inventario	109
33.	Plan para tratamiento de PCB	120

TABLAS

I.	Causas que afectan a los trabajos en ejecución de preventivo	25
II.	Segmentación de incidencias por duración	28
III.	Tamaño de muestra de volumen de incidencias	36
IV.	Pedidos de herrajes.....	39
V.	Indicadores TTIK	41
VI.	Indicadores FMIK	42
VII.	Indicador DPI.....	43
VIII.	Unidades constructivas más utilizadas.....	46
IX.	Demanda de materiales por tipo de familia	86
X.	Plazos de entrega de material por tipo de familia.....	86
XI.	Nivel de <i>stock</i> por familia.....	86

XII.	Requerimiento de material por tipo de familia.....	87
XIII.	Requerimiento de estanterías para bodegas sectores.....	90
XIV.	Requerimiento de bobinas de cable para bodegas sectores	90
XV.	Costos de construcción para bodegas sectores	99
XVI.	Costos de estanterías para bodegas sectores.....	99
XVII.	Costos de equipo para manejo de materiales para bodegas sectores... ..	100
XVIII.	Costos de equipo de seguridad para bodegas sectores	100
XIX.	Costos de equipo de oficina para bodegas sectores	101
XX.	Costos de bodegas sectores categoría A	101
XXI.	Costos de bodegas sectores categoría B	101
XXII.	Costos de bodegas sectores categoría C	102

GLOSARIO

BDI	Base de Datos de Instalaciones.
BDM	Base de Datos de Mantenimiento.
Brigadas	Grupo de personas que cuentan con material, herramienta de trabajo y medio de transporte, encargadas de realizar trabajos de mantenimiento. Generalmente son de 2 o 4 personas.
Conectividad	Realizar actividades de arquitectura y coordinación de protecciones de las instalaciones que se asignen (mediciones de corriente, balance de cargas, instalación de elementos de seccionamiento y protección, etc.) Y que se derivan de estudios de planificación de la red para mejorar la operación de la misma.
Conformación	Actividad realizada en el sistema de gestión de aprovisionamiento SGA, donde se confrontan las cantidades consignadas en el pedido contra lo indicado en la factura.

Consignación	Actividad realizada en el sistema de gestión de aprovisionamiento SGA, a través del cual se actualiza el pedido con las cantidades reales de unidades constructivas y/o materiales utilizados en campo.
Contratas	Empresa contratada para prestar servicios.
COR	Centro de Operaciones de Red, coordina la resolución de incidencias, generando la ruta crítica, y coordina los descargos para la realización de mantenimientos.
Descargo	Conjunto de actividades a realizar cuando se precisa trabajar sobre una instalación sin tensión con pérdida de mercado o con tensión sin pérdida de mercado .
Mantenimiento sin descargo	Conjunto de actividades a realizar en partes de la instalación que no están en contacto directo con los conductores o que no impliquen trabajos en tensión.
Orden de trabajo	Documento con el cual se le asigna a la empresa adjudicada la relación de unidades constructivas, materiales de aportación para la empresa y contratación para la ejecución de actividades de mantenimiento. Define el plazo de tiempo para la ejecución de dichas actividades e indica en qué instalaciones de la empresa se actuará; define el supervisor asignado y relaciona el acta de recepción de los mismos.

Ranking de indicadores de calidad	Determinación de las líneas o incidencias que hayan tenido mayor impacto en los indicadores de calidad, definidos por la Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.
Retenes	Brigadas de mantenimiento correctivo contratadas, ubicadas en puntos estratégicos dentro de los sectores, para la agilización en la resolución de incidencias.
Retranqueos	Realización de trabajos asociados a una solicitud planteada por un cliente, que puede implicar, el movimiento, cambio, instalación o eliminación de elementos en la red de media y baja tensión.
SGA	Sistema de Gestión de Aprovisionamiento. Sistema informático que se utiliza para generar las solicitudes, tanto de materiales como de trabajos contratados.
Solicitud de compra	Genera una solicitud de adquisición de materiales o trabajos contratados en el sistema de gestión de aprovisionamiento (SGA).

RESUMEN

La Distribuidora de Servicio Eléctrico, S.A. nació el 23 de noviembre de 1982. Es una empresa que se dedica a la distribución de electricidad luego de que el Estado de Guatemala llamara un concurso internacional a ofertar por la compra de las distribuidoras.

Es indispensable fortalecer y adecuar la infraestructura que dará sustento calidad y seguridad del servicio requerido. Es por ello la importancia de un control de materiales que ayude al funcionamiento eficiente del almacenaje, y la distribución, para incrementar la productividad y lograr una ventaja competitiva en el mercado.

La realización de un estudio del manejo de materiales incluyó consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad.

Además de considerar un espacio para el almacenamiento, ya que cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, la empresa asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta, es decir, un eficaz manejo de materiales.

OBJETIVOS

General

Implementar un procedimiento para el control del manejo de materiales y logística mediante el manejo físico, transporte, almacenaje y localización de los materiales en los 10 sectores de la Distribuidora de Servicio Eléctrico, S.A., para mejorar el sistema de flujo y optimización de recursos y diseño de plan de tratamiento de bifenilos policlorados.

Específicos

1. Analizar y comprender la función del Departamento de Distribución Mantenimiento, para identificar los puntos susceptibles a mejoras y poder detectar e indicar desviaciones en la planeación, estableciendo medidas correctivas y prever las amenazas o las oportunidades que se presenten.
2. Realizar un estudio de causa y efecto del manejo de materiales para conocer los puntos deficientes y establecer acciones correctivas.
3. Recopilar datos, para la determinación del flujo, diagramación y evaluación de alternativas para diseñar un procedimiento facilitando el seguimiento de control de materiales.
4. Desarrollar indicadores para llevar registros de control de materiales para poder comparar resultados y tener información para la toma de decisiones.

5. Determinar costos para la implementación de bodegas para el resguardo de materiales y mejorar la logística del manejo físico, transporte y almacenaje.
6. Capacitar al personal para mejorar las habilidades en el control de materiales y para que conozcan los cambios que se efectuarán a lo largo del proyecto.
7. Diseñar un plan para tratamiento para el equipo eléctrico montado y desmontado de la red con riesgo a estar contaminado con bifenilos policlorados.

INTRODUCCIÓN

La Distribuidora de Energía Eléctrica es una empresa líder en crecimiento, pero necesita contar con un control de manejo de materiales que constituya el conocer en detalle las consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio, cantidad que permitirá realizar mejor las labores. Si se cumple con un control de materiales, se obtiene una ventaja competitiva y se entra de esta manera a un círculo de calidad cada vez más exigente que tiene sus recompensas.

La organización de la distribuidora se describe en el primer capítulo, donde se detalla la ubicación en las distintas áreas de la ciudad, así como su estructura organizacional, visión y misión.

En el segundo capítulo se definen algunos conceptos básicos del control y gestión de materiales, que ayudarán a ampliar el conocimiento de los temas que se tratarán a lo largo de este trabajo.

En el tercer capítulo se muestra la situación actual de la empresa, que a pesar de ser una empresa líder, se encuentra con deficiencias administrativas, como la ausencia de métodos, procedimientos e indicadores para evaluar y controlar posibles desvíos.

En el cuarto capítulo se describe la implementación de puntos que deben mejorarse, los cuales se detectaron en el capítulo anterior. Se implementa el procedimiento para las actividades de mantenimiento, los formatos de despacho de materiales y los indicadores para controlar la gestión de los materiales.

Al implementar el procedimiento de las actividades, se podrá homogenizar el flujo en los diez sectores, logrando medir con los indicadores la eficacia de la logística de materiales.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Historia y antecedentes de la empresa

La Distribuidora de Servicio Eléctrico Sociedad Anónima, nació el 23 de noviembre de 1982, resultado de la fusión entre Unión Eléctrica Madrileña y Fuerzas Eléctricas del Noroeste, Sociedad Anónima.

Hoy, la Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A. es algo más que una compañía eléctrica; es un grupo energético multiservicios, con amplia presencia internacional. La compañía cuenta con posiciones estratégicas, tanto en su mercado doméstico como en el internacional. Asimismo en los sectores de energía, telecomunicaciones y servicios.

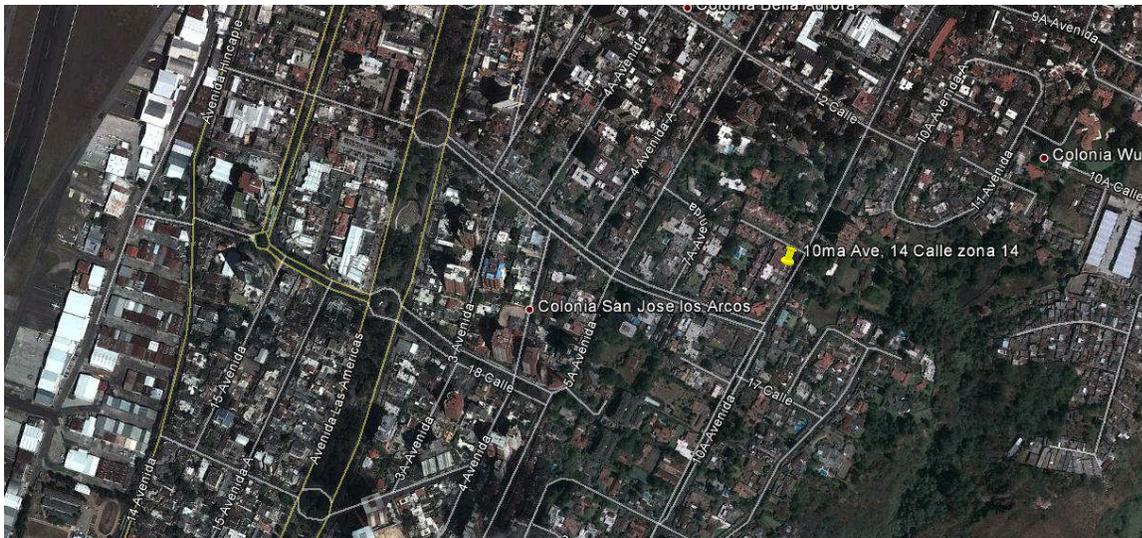
En Guatemala, la empresa encuentra una oportunidad de ofertar por la compra de las empresas distribuidoras de electricidad en la provincia. Las cuales se formaron luego de la emisión, por parte del Congreso de la República, de la Ley General de Electricidad. Dicha ley ordenó la separación de las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad.

Dentro de la reorganización del Instituto Nacional de Electrificación se eliminaron las actividades de distribución. Para lo cual el Estado de Guatemala llamó a concurso internacional a ofertar por la compra de las distribuidoras. La Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A. resultó ganadora.

1.2. Ubicación

La operativa de la distribuidora se encuentra en el interior del país, la sede central está ubicada en la 10a avenida y 14 calle de la zona 14, de la ciudad de Guatemala.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: www.maps.google.com. Consulta: junio 12 de 2012.

1.3. Visión

“Ser líder en el mercado de distribución de energía eléctrica en Guatemala, incrementando los resultados para los accionistas, empleados, clientes y nuestra sociedad. Manteniendo un nivel de excelencia y mejora continua, para ofrecer mejor calidad y superar las expectativas de los clientes.” (Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A., 1999).

1.4. Misión

“Producir, transportar y distribuir energía con la calidad, el respeto al medio ambiente y el compromiso social que implica un servicio de interés general. Respondiendo de forma rápida y efectiva a las necesidades cambiantes del consumidor”, (Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A., 1999).

1.5. Estructura organizacional

La estructura organizacional de la distribuidora, tiene agrupados a los empleados y administradores con base a su conocimiento y a los recursos que utiliza para desempeñar su trabajo, por ello es una estructura organizacional con diseño funcional. Esta estructura apoya a la especialización de las habilidades y evita duplicidad de recursos.

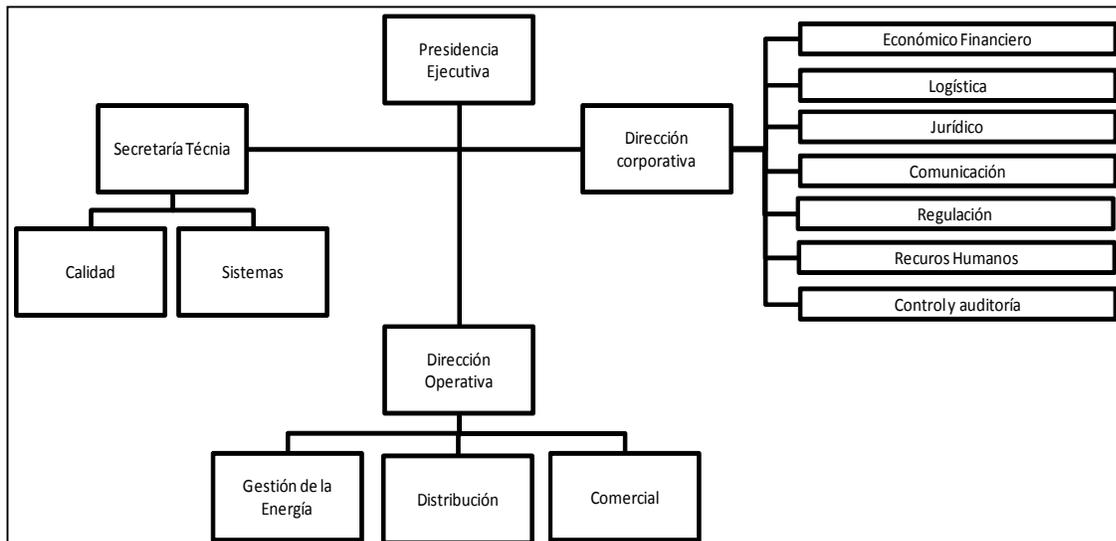
Sin embargo, la distribuidora cuenta con 10 sectores en el interior de la República, por lo tanto, también posee un diseño geográfico, ya que también organiza las actividades en torno a la ubicación. Esto ayuda a tener una ventaja competitiva en las zonas donde se encuentra, ya que logra especializarse en los mercados específicos estando en contacto directo con los clientes propios de cada sector porque pueden adaptarse rápidamente a los cambios de cada zona, por lo que las prácticas y procedimientos pueden variar en función de las condiciones regionales así como la prioridad que la gerencia asigne a cada sector.

La estructura de la empresa es la siguiente:

- Presidencia ejecutiva: tiene a su cargo toda la administración y manejo de todas las actividades en la empresa.

- En un nivel inferior se encuentra la Secretaría Técnica que son de apoyo gerencial a la alta dirección.
- En un nivel inferior, reportando directamente a la Presidencia Ejecutiva se encuentran la Dirección Operativa y Corporativa, las cuales se encargan del proceso de planeación, organización y control de las operaciones permitiendo la coordinación de los recursos humanos y materiales, logrando alcanzar los objetivos de una manera efectiva y eficiente.

Figura 2. Estructura organizacional de la empresa



Fuente: elaboración propia.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Control

Es el proceso que utiliza una persona, un grupo o una organización para monitorear el desempeño de forma permanente y aplicar acciones correctivas

El sistema de control le sirve a una persona u organización para asegurarse que las actividades reales se ciñan a las actividades proyectadas.

2.1.1. Control de materiales

Para evitar la ruptura del proceso productivo y mantener los costes a un nivel mínimo de la empresa, se debe realizar un control exhaustivo de sus almacenes a través de un inventario físico.

2.1.2. Pasos para un buen control

El proceso del control se desarrolla en tres pasos: medición real del desempeño, comparación del desempeño real con el estándar y toma de acción administrativa a fin de corregir los desvíos producidos.

- Medición real del desempeño: para esta etapa debe determinares cómo medir y qué medir. Referente a cómo medir se puede realizar mediante la observación personal, informes estadísticos orales o escritos. El aspecto de qué medir, en este sentido sobre la base de la planificación, se seleccionarán áreas claves que permitirán a gerentes de todos los

niveles recibir información acerca del cumplimiento de los objetivos de su sector.

- Comparación del desempeño real con el estándar: este paso determina el grado de desvío, debido a esto es importante determinar, al fijar estándares, cuál es el margen de tolerancia permitido.
- Toma de acción administrativa con el fin de corregir los desvíos producidos: se deben tomar las acciones correctivas por parte del administrador. Algunas medidas correctivas pueden ser: cambios en la estrategia, rediseño de los puestos, reemplazo de personal, mejora de los procesos, entre otras.

2.1.3. Herramientas o instrumentos de control

Los gerentes cuentan con diversas técnicas y herramientas que los asisten en el proceso de controlar las distintas áreas de organización. Sin embargo, es importante la capacidad de seleccionar para cada circunstancia el instrumento adecuado. Dentro de los instrumentos de control que se consideran útiles son:

- Determinación del punto de equilibrio: este permite determinar la relación costo-utilidad-volumen.
- Análisis del camino crítico: esta herramienta permite a los responsables predecir y controlar fechas de inicio y conclusión de proyectos.

- Diagrama de árbol: este recoge todas las actividades necesarias para realizar un proceso o alcanzar un objetivo revelando sus estructuras e interrelaciones.
- Diagrama Causa-Efecto: esta herramienta intenta representar diversas causas asociándolas a una situación.
- Control estadístico de procesos: herramienta que sirve para la identificación y análisis de los desvíos en cualquier proceso de la organización.

El control debe constituirse en un instrumento para medir permanentemente el progreso de la acción o el desempeño de la organización respecto de su plan.

2.1.4. Puntos estratégicos de control

Además de las áreas claves de desempeño, también es importante determinar los puntos críticos del sistema donde se debe dar vigilancia o la recopilación de información. Cuando se han localizado estos puntos estratégicos de control, la cantidad de información que se tiene que reunir y evaluar puede ser reducida.

Un método útil para seleccionar puntos estratégicos es concentrarse en los elementos más significativos de una operación dada o bien identificar los puntos del proceso donde ocurren cambios. Como es probable que se cometan errores cuando ocurren estos cambios, vigilar estos puntos donde hay cambios suele ser una forma muy efectiva de controlar una operación.

2.1.5. Cualidades de un sistema de control

Para que un control pueda ser eficiente y efectivo, deber reunir requisitos o cualidades mínimas que se presentan a continuación:

- El control debe estar en armonía con los planes y ser diferencial, teniendo en cuenta el tipo de organización, área o sector y tipo de actividad.
- Debe ser preciso, confiable y producir datos válidos.
- El control para ser efectivo debe ser oportuno, capaz de señalar las desviaciones en el momento en que todavía es posible tomar decisiones correctivas.
- Un sistema de control tiene que justificar los beneficios que proporcionan en relación a sus costos.
- Un sistema de control debe ser fácil de comprender para evitar errores innecesarios y desorientación en los empleados.
- Los criterios del control deben ser razonables.
- Los administradores deben detectar puntos estratégicos de control para el desempeño de la organización, estos deben cubrir actividades críticas donde es más factible encontrar variaciones respecto al estándar.
- Un sistema efectivo de control debe señalar tanto el problema como indicar la acción que lo corrige.

La importancia de estas cualidades varía con la situación, pero puede afirmarse que son, en general, características que hacen más efectivo un sistema de control.

2.1.6. Tipos de control según su periodicidad

Existen tres tipos básicos de control, en función de los recursos de la actividad y de los resultados dentro de la organización.

- Control previo o preventivo: previene los problemas de manera anticipada, tiene lugar antes de que se desarrolle la actividad. La clave de los controles previos es tomar la acción administrativa antes que surja un problema.
- Control concurrente: tiene lugar mientras se desarrolla la actividad. En este caso, la administración puede corregir los problemas antes que se vuelvan muy costos o peligrosos. La forma más conocida de este control es la supervisión directa.
- Control posterior: se basa en la retroalimentación, tiene lugar después de la acción. Su desventaja es que, para cuando el administrador tenga la información, el daño ya estará hecho. Sin embargo, en muchas actividades el control posterior es el único tipo de control disponible. Sin embargo, dentro de las ventajas está la retroalimentación que proporciona y la motivación de los empleados al poder brindarles información sobre su desempeño.

2.1.7. Fallas en el proceso de control

Los sistemas de control pueden tener imperfecciones y es probable que algunas personas intenten verse bien ante los dispositivos de control. En un sistema donde se midan las actividades y no los resultados, la gente tratará de manejarse bien en los parámetros de la actividad.

Uno de los peligros que puede darse, es la manipulación de las mediciones para dar apariencias positivas.

Otro problema, es la tendencia del control a entrometerse en la dirección o ejecución de las actividades obstaculizando las funciones de distintas áreas.

Para evitar estas situaciones deben definirse de forma clara y precisa los alcances y límites del control.

2.1.8. Proceso metodológico para el desarrollo del sistema de control de gestión

El desarrollo formal del control exige el diseño y la implantación de un sistema entendido como el conjunto de acciones, procedimientos y tareas que, ordenadamente relacionadas entre sí, son necesarios para aplicarlo.

El sistema de control se compone de:

- La estructura: esta hace referencia al ámbito organizativo en donde se desarrolla. La necesidad de definir una estructura de control surge de la dimensión y complejidad de la empresa. La estructura ha de definir los siguientes aspectos:

- Las unidades de gestión a controlar
 - Los objetivos
 - Las responsabilidades asignadas a cada unidad
 - Los criterios de evaluación.
-
- El proceso: se refiere al conjunto de tareas que desarrolla el sistema de control. Se deben seleccionar e implantar acciones de ajuste para corregir los problemas o aprovechar las oportunidades identificadas en un análisis de desviaciones. La utilización de pasos para ponderar cada criterio puede ser necesario en esta fase. Elegida la acción más conveniente se concretará mediante la formulación de un plan de acción detallado que complete los objetivos, las actuaciones y recursos.

 - El sistema de información: este tercer elemento del sistema de control, debe fluir por la estructura y alimentar al proceso de control. Este es específico de cada caso dependiendo de aspectos tales como actividades, entornos, estrategias y organización. El producto del sistema de información son los informes de resultados por áreas de responsabilidad y actividad. Los informes de control deben estar orientados a la acción, es decir a la toma de decisiones y para ello debe resaltar las causas de las desviaciones.

Estos deben funcionar de modo conexo, apoyándose mutuamente para incrementar su eficacia. La estructura de control ha de ser congruente con su proceso y el sistema de información debe suministrar datos útiles para formular acciones de ajuste.

2.2. Control de mando

El cuadro de mando es una metodología o técnica de gestión, que ayuda a las organizaciones a transformar su estrategia en objetivos operativos medibles y relacionados entre sí, facilitando que los comportamientos claves de la organización y sus recursos se encuentren estratégicamente alineados.

La manera más eficaz de conocer y mejorar los resultados globales de la empresa y los individuales es midiendo y controlando.

Algunos de los beneficios:

- Permite seguir el comportamiento y controlar cualquier área de la empresa con solo definir los indicadores apropiados.
- Proporciona información valiosa para la toma de decisiones.
- Ayuda a planificar a corto y mediano plazo, pues son los propios radios los que van a permitir que el resultado a alcanzar sea medible y cuantificable.

2.2.1. Requisitos para un control eficaz

El control de cada organización debe ser específico, debe adaptarse a las características del negocio y de la operativa, para esto es posible identificar los siguientes requisitos para que cumplan su cometido: motivar al conjunto de la organización para actuar según los objetivos.

- Contar con el respaldo activo de la dirección de modo que sea considerado por toda la organización como un instrumento sustancial del proceso de gestión.
- Es necesario que el sistema responda a la naturaleza y exigencias de las actividades. Tanto la empresa como cada responsable deben incorporar los controles adecuados a los factores claves de su gestión.
- Los controles deben orientarse a la acción, es por ello necesario que contemplen más el futuro que el pasado. Esto requiere que la información sobre las desviaciones sea útil para tomar decisiones e incluso que el propio sistema sea capaz de anticipar desviaciones.
- El control ha de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos de cada responsable.
- Los objetivos precisan estar claramente asignados, evitando responsabilidades confusas o compartidas.
- El sistema debe identificar rápidamente las desviaciones para poder prestar atención preferente a aquellas desviaciones de mayor entidad.
- El periodo de control debe adaptarse a las características de cada área de modo que las actuaciones sean eficaces y oportunas.
- El sistema debe ser sencillo, económico y flexible.

2.3. Logística de materiales

Se basa fundamentalmente en el flujo de materiales que debe ser considerado en su integridad y no de forma segmentada, constituyendo a su vez una de las principales tareas de la dirección con el objeto de cubrir los siguientes objetivos fundamentales:

- Mejora el nivel de servicio al cliente.
- Disminución drástica de las inversiones en *stock*.
- Flexibilidad de la fuente de suministros para adaptar estos a las necesidades del mercado, en gama de producto y tiempo de respuesta.

La logística se relaciona de una forma directa con todas las actividades inherentes a los procesos de provisionamiento, fabricación, almacenaje y distribución de productos.

Se pueden generar sistemas integrados de información y control para conseguir un flujo continuo de productos con las mínimas inversiones posibles y en consecuencia menores costes operativos para la empresa.

2.3.1. Riesgos de un manejo ineficiente de materiales

Proporcionar un almacenamiento correcto y brindar seguridad a los activos valiosos. Se protegerá si se cuentan con equipo de almacenamiento adecuado como anaqueles, armazones y camiones.

Parte de la seguridad, también es evitar el retiro no autorizado del inventario.

Eliminar la manipulación de materiales sería lo ideal, sin embargo, no es posible lograr eliminarla totalmente, y gran parte de la eficiencia y eficacia en el aprovisionamiento de materiales depende de ella; razón por la cual debe buscar mejorar la eficiencia de la manipulación a través de los siguientes aspectos:

- Aumentar el tamaño o el número de unidades que se han de manipular cada vez.
- Aumentar la velocidad de manipulación hasta donde sea posible.
- Aprovechar la fuerza de la gravedad siempre que sea posible.
- Disponer, al menos de algunos dispositivos, para facilitar la labor.
- Tratar hasta donde sea posible, que los desplazamientos dentro de la planta sean en línea recta, aprovechando la mejor distribución de planta posible.

2.3.2. Dispositivos para el manejo de materiales

Eliminar el error humano en muchas de las actividades del manejo de materiales es imposible. Por lo tanto, al convertirse muchas de estas actividades en actividades repetitivas, la automatización y la robótica en muchas ocasiones pueden ayudar.

Existe una gran cantidad de dispositivos que pueden colaborar de forma contundente en el manejo de materiales que a continuación se detallan alguno de ellos:

- Dispositivo de transferencia automática: máquinas que toman automáticamente los materiales, los sujetan firmemente mientras se efectúan alguna operación y los transfieren a otras ubicaciones.
- Recipientes y dispositivos manuales: estos pueden ser carros manuales que son empujados por los trabajadores, tarimas donde se apilen y se muevan materiales, entre otros.
- Bandas transportadoras: para desplazar cargas.
- Grúas: malacates montados sobre rieles elevados o sobre ruedas o rieles a nivel de piso. Levantan, hacen oscilar y transportan materiales grandes y pesados.
- Elevadores: un tipo de grúa que, aunque está en posición fija, eleva materiales entre diferentes pisos del edificio.
- Tuberías: tubos cerrados que transportan líquidos mediante bombas de gravedad
- Mesas giratorias: dispositivos que sujetan, indican y hacen girar materiales o componentes de una operación a la siguiente.
- Autotransportes: vehículos eléctricos, diesel o de gasolina u otros, equipados con plataformas, brazos o cualquier otros dispositivo de sujeción.
- Sistemas de vehículos guiados automáticamente: trenes, autotransportes de tarimas y transportadores de cargas unitarias sin conductor. Son de

adquisición costosa, típicamente no requieren operadores, siguen rutas fijas.

2.3.3. Redes de flujo de materiales

El flujo de una parte es la trayectoria que esta sigue mientras se mueve a través de la planta. El análisis del flujo no solo considera la trayectoria que cada parte sigue en la planta, sino también trata de minimizar la distancia que viaja, los retrocesos, el tráfico y el costo de la producción.

Mediante los sistemas de Justo a Tiempo se intenta reducir la ineficiencia a fin de mejorar continuamente los procesos. La participación del empleado y la reducción del inventario son factores fundamentales para las operaciones Justo a Tiempo.

En los sistemas de Justo a Tiempo se utiliza el método de arrastre del flujo de materiales. En este sistema de producción el material pasa a la siguiente estación solo cuando el próximo proceso lo pide. Uno a uno es un sistema de arrastre en el cual se mueve un artículo a la vez.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La empresa tiene más de nueve años de puesta en servicio y con el pasar del tiempo se ha ido consolidando, logrando brindar al cliente el servicio de electricidad en el interior del país.

Debido a esto, es importante mantener en óptimas condiciones las redes de electricidad de la empresa, dándoles el mantenimiento adecuado para proveer del servicio con la mejor calidad y sin interrupciones.

En este capítulo se dará a conocer la situación actual de la Unidad de Mantenimiento y los puntos que es necesario fortalecer para hacer eficiente la operativa de la empresa.

3.1. Distribución de la empresa

Dentro de la empresa se definen 10 unidades organizativas que buscan en conjunto optimizar la rentabilidad del negocio de distribución eléctrica. En la Unidad de Distribución Eléctrica, está incluido el mantenimiento, el cual se presentará a lo largo del capítulo.

La Gerencia de Distribución Eléctrica es la responsable de la ejecución en campo de las actividades de construcción, mantenimiento y lectura de la red eléctrica. Es en la Unidad de Mantenimiento donde se realizará el proyecto que se encarga de realizar la planificación, coordinación y control del mantenimiento de la red de distribución.

Uno de los problemas a afrontar es la falta de trazabilidad del proceso y descripción de las actividades para definir a los integrantes y las responsabilidades que interactúan en proceso, de manera que puedan cumplir con sus funciones con pleno conocimiento; esto se verá más a detalle en el inciso 3.2.2.

Para el control de materiales, la empresa tiene demasiados problemas al no tener una logística adecuada que determine la trazabilidad desde la entrega del material hasta la puesta en servicio. Además, que no se cuenta con registros adecuados para mantener un control que mida el desempeño de despacho y entrega de materiales.

3.2. Distribución del Departamento de Mantenimiento

El Departamento de Distribución Eléctrica/Mantenimiento es el encargado de planificar, coordinar, dirigir y controlar el mantenimiento en las líneas de red de media y baja tensión.

3.2.1. Descripción

El Departamento de Mantenimiento tiene su operativa en el interior de la República, y para tener una idea más clara del funcionamiento de la unidad fue necesario conocer la forma actual del proceso, determinando las actividades que se realizan, elaborando un diagnóstico de las responsabilidades, dónde se tomarán datos, diagnósticos para evaluar los puntos débiles, entre otros.

3.2.2. Responsabilidades

El Departamento de Distribución Eléctrica/Mantenimiento tiene una estructura organizacional funcional. Esta estructura permite especializar a cada empleado en las actividades que realiza diariamente, sin embargo, la empresa cuenta con 10 sectores, por lo que es una estructura geográfica. Dentro de cada sector se encuentra un responsable que debe tener la capacidad de estar en contacto directo con los clientes y poder adaptarse al entorno.

- **Mantenimiento centralizado:** es el responsable del seguimiento evaluación y análisis de la actividad territorial. Por realizarse de forma centralizada, actualmente el flujo de información es lento y se comunican con los 10 sectores que intervienen los cuales aportan información en formatos no homogéneos. Esta información se consolida y es revisada para determinar el avance en las actividades.
- **Jefes de mantenimiento de sectores:** tienen a su cargo toda la planificación de la programación de las operaciones de mantenimiento de la red de electricidad. Ellos reciben la planificación de mantenimiento centralizado la evalúan y la adaptan a la situación actual del sector. Conforme van haciendo los trabajos planificados y no planificados (urgentes) van requiriendo el material a utilizar. No tienen una planificación del recurso a utilizar, ni las actividades que realizan son homogéneas en los 10 sectores.
- **Encargados de mantenimiento y operación local:** planifican y coordinan las actividades respectivas a las líneas asignadas a su sector. Ellos apoyan al jefe de mantenimiento de sector y se encarga de las actividades planificadas y actividades de segunda acción (estas

actividades requieren más tiempo y recursos como cambio de postes y cambio de transformadores). Los de operación local son lo que realizan las actividades urgentes como: cambio de fusibles, retensado de líneas, etc.

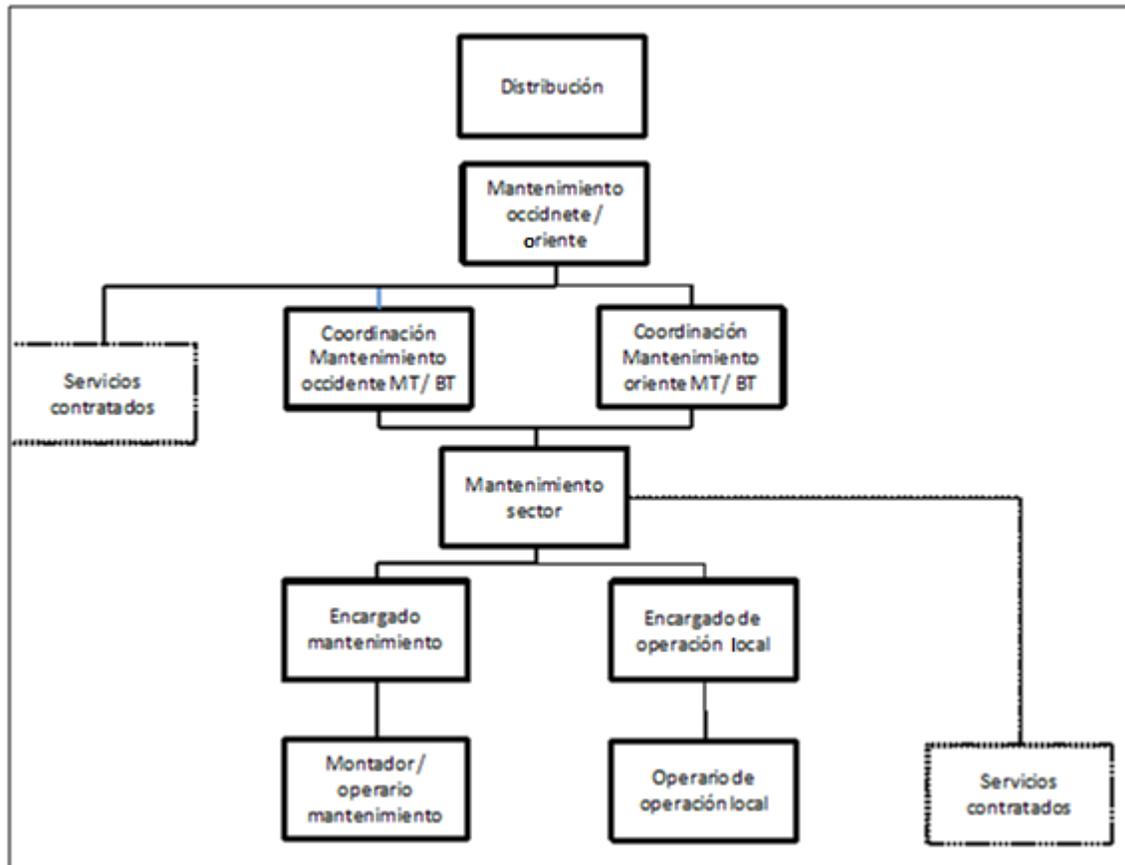
- Operarios: son los responsables de la ejecución de los trabajos asignados para el mantenimiento de las redes de electricidad. Una deficiencia es que el personal que realiza los trabajos en campo son personas que tienen experiencia en campo, pero no tienen la habilidad de plasmar en papel lo realizado en el campo de forma electrónica, por lo que saturan de trabajo a los entes superiores.

3.2.2.1. Estructura organizacional

Para comprender mejor la organización de mantenimiento es necesario conocer el organigrama del Departamento de Distribución Eléctrica/Mantenimiento que se detalla en la figura 3.

Este tipo de organización, por lo general, incrementa los problemas del control y la coordinación por la alta gerencia, con lo cual se debe garantizar la uniformidad y la coordinación utilizando reglas que se apliquen a todas las plazas con el fin de garantizar la consecución de objetivos.

Figura 3. Organigrama de la Unidad de Mantenimiento



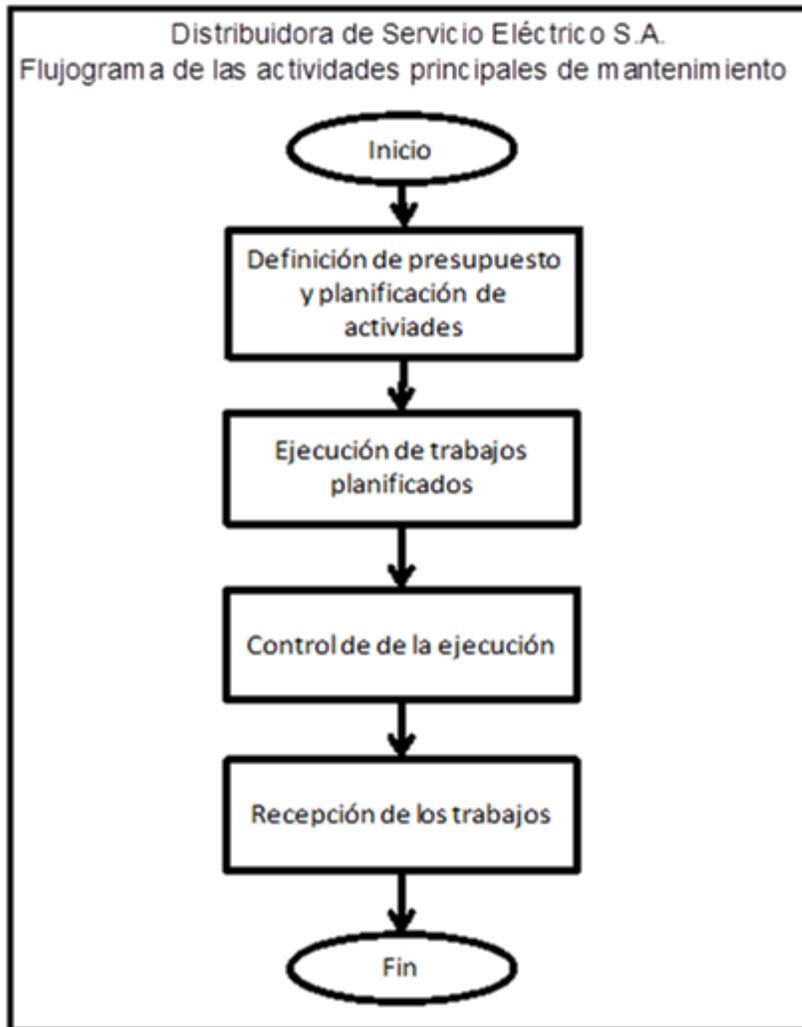
Fuente: elaboración propia.

La línea punteada indica que estos servicios no pertenecen a la estructura de la empresa, así que el personal subcontratado para actividades específicas.

3.2.2.2. Actividades principales

Para conocer y comprender mejor el procedimiento actual del departamento se detallan las actividades de los responsables de la unidad. Ver figura 4.

Figura 4. **Flujograma de las actividades principales de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Es posible visualizar el flujo que debe seguirse para el seguimiento de actividades, este diagrama describe cada una de las actividades que se realizan, ya que cuando empieza la ejecución existen algunas variaciones y cambios en la planificación, ocasionando atrasos y demoras en los tiempos de recepción de los trabajos.

3.3. Tipos de mantenimiento

En la empresa se realizan 4 tipos de mantenimiento, siendo el mantenimiento correctivo y preventivo los principales

3.3.1. Mantenimiento preventivo

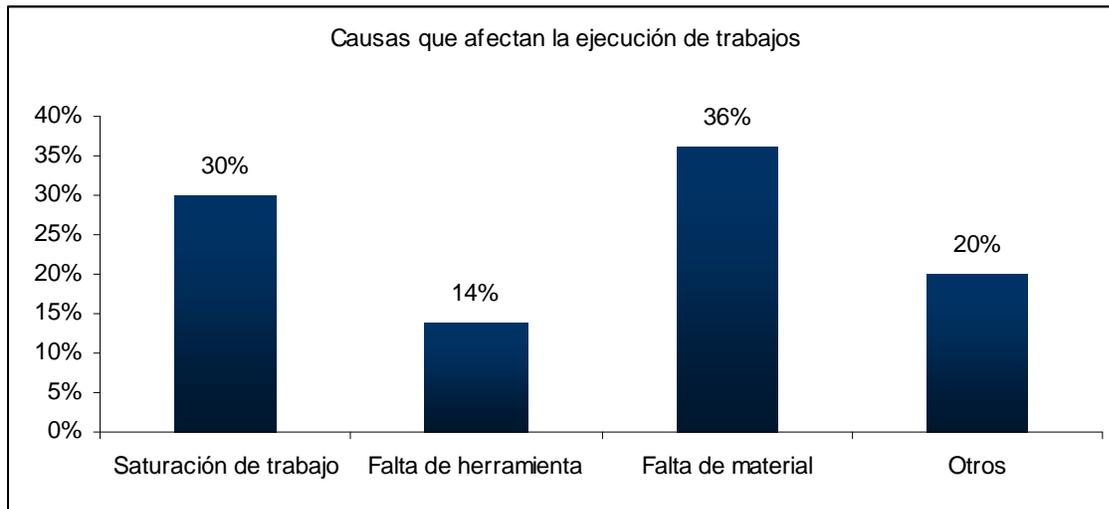
Son actividades de mantenimiento dirigidas a la sustitución de determinados componentes (postes, transformadores, cable) de las instalaciones. Este tipo de mantenimiento es planificado y los encargados de mantenimiento deben evaluar mediante inspecciones a las redes, los trabajos y materiales necesarios para corregir problemas. A pesar de ser actividades panificables, cada sector trabaja sin formatos establecidos y los registros son ineficientes. Tienen problema con los materiales, ya que no utilizan datos históricos para requerir un *stock* de seguridad, por lo que no se cuenta con la cantidad requerida y en la mayoría de ocasiones hay escasez del material. Estas causas fueron las que se encontraron al tomar una muestra de 50 trabajos planificados, como se muestra en la tabla I el 36 por ciento de los trabajos en ejecución no logran ser terminados a tiempo por falta de materiales.

Tabla I. **Causas que afectan a los trabajos en ejecución de preventivo**

Causas	Incidencias	Porcentaje
Saturación de trabajo	15	30 %
Falta de herramienta	7	14 %
Falta de material	18	36 %
Otros	10	20 %
Total	50	100 %

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

Figura 5. **Gráfica de causas que afectan la ejecución de mantenimiento preventivo**



Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

3.3.1.1. **Actividades principales**

Los trabajos principales que se realizan son:

- Diagnóstico de líneas aéreas de media tensión: lo realizan 2 personas que viajan en vehículo a lo largo de las instalaciones, evaluando en qué puntos deben realizar mejoras o cambios.
- Mantenimiento en líneas aéreas de media tensión con descargo: esta actividad se realiza cuando se ha planificado un trabajo en un segmento de la línea de media tensión, la cual requiere pérdida trabajar sin tensión.

- Mantenimiento en líneas aéreas de media tensión sin descargo: esta actividad se realiza cuando se ha planificado un trabajo en un segmento de la línea de media tensión, la cual requiere pérdida trabajar con tensión.
- Mantenimiento en la red de baja tensión (con y sin descargo): esta actividad se realiza cuando se ha planificado un trabajo baja tensión (se refiere al centro de transformación y al transformador).
- Tala y poda de arbolado: son actividades planificadas en las cuales van 6 personas podando y talando según se requiera en el segmento de la línea de media tensión.
- Mejora de puestas a tierra: la actividad consiste en adecuar el aterrizaje de los elementos que no están energizados. Esta actividad permite evitar que descargas atmosféricas caigan en las líneas eléctricas y no interrumpan el servicio, pues la descarga atmosférica será desviada a tierra por medio de las puestas a tierra.
- Conectividad en la red de media y baja tensión: son actividades planificadas que consisten el adecuar la red con los dispositivos (fusibles) correctos.

3.3.2. Mantenimiento correctivo

Son actuaciones de mantenimiento dirigidas a la corrección de defectos urgentes (segmentos de línea sin energía y cortocircuitos) de los componentes de las instalaciones que han causado avería en la instalación, dejándola fuera de servicio.

Estas actividades no son planificadas, ya que son de tipo urgente y el tiempo de resolución para la reposición del servicio debe ser mínimo. De una llamada del cliente que se registra en la oficina técnica 24 horas. que se ha quedado sin servicio, se notifica al sector, quién envía una brigada (2 personas en vehículo) a verificar el problema y de ser posible solucionarlo de una vez. Los registros de los trabajos realizados los llevan en un cuaderno. En ocasiones no logran reponer el servicio por falta de material, tiempo, distancia, saturación de trabajos.

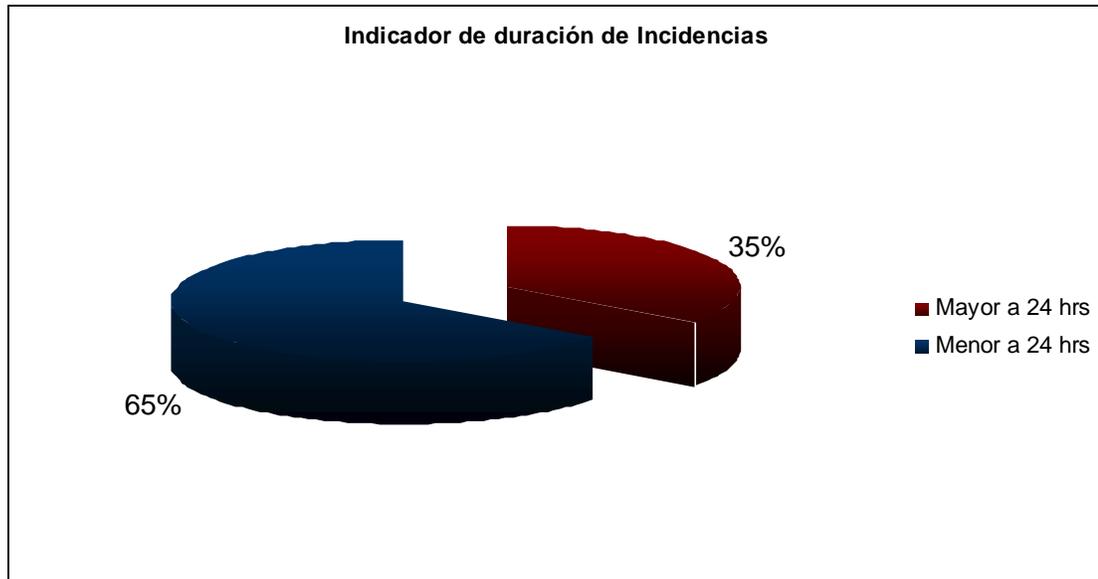
En la tabla II se muestran las incidencias ocurridas el día 02 de mayo del año anterior, dónde se segmenta según su duración (mayor o menor a 24 horas), en general el 35 por ciento del total de incidencias tardan más del tiempo convenido para resolverse.

Tabla II. **Segmentación de incidencias por duración**

Sector	Mayor a 24 hrs	Menor a 24 hrs	Total
Sector 1	10	29	39
Sector 2	4	23	27
Sector 3	10	15	25
Sector 4	11	5	16
Sector 5	5	5	10
Sector 6	4	5	9
Sector 7	1	8	9
Sector 8	5	2	7
Sector 9	1	4	5
Sector 10	1	1	2
Total	52	97	149

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

Figura 6. **Gráfica de segmentación de incidencias por duración**



Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

3.3.1.2. **Actividades principales**

Brindar la atención de resolución a incidencias ocurridas en la red de media y baja tensión que provoquen corte de suministro o fluctuaciones en la calidad de la energía eléctrica que reciben los clientes.

3.3.2. **Mantenimiento predictivo**

Consiste en pronosticar el punto futuro de falla de un componente de un equipo o instalación, mediante la utilización de cámara termográfica. Esto con el fin de detectar puntos calientes y poder coordinar si es posible la mejora o cambios en el segmento establecido.

3.3.2.1. Actividades principales

Son actividades planificadas, pero no se cuentan con suficientes cámaras termográficas para realizar las tareas. Los sectores deben adaptarse a la disponibilidad de estas, ya que también son utilizadas para mantenimiento de subestaciones.

3.3.3. Mantenimiento mejorativo

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación por medio de trabajos a terceros, estudio a clientes y servicios eventuales. Ya sea el sector o cliente quien identifica que se necesita una mejora de la red, debe pedir al sector un retranqueo, que consiste en cambiar a un lugar idóneo el componente (transformador, poste) del lugar actual con el fin de mejorar el servicio.

3.3.3.1. Actividades principales

Son actividades planificadas que depende de terceros llevarse a cabo o no. Son mejoras o modificaciones a la red, sin embargo, no se tiene un procedimiento que defina el flujo de actividades o los plazos para determinar si se realiza o no el trabajo.

3.4. Manejo de materiales

El manejo de materiales es un problema para la unidad, consume parte del presupuesto y del tiempo. Deben tomarse consideraciones como movimiento, lugar, espacio y cantidades.

Dentro de la empresa se ha vuelto un inconveniente esta situación, ya que no existe aseguramiento que los materiales sean entregados en el momento, lugar y la cantidad correcta, tampoco cuentan con un espacio físico adecuado para el almacenamiento; ni una gestión de entrada y salida de material.

La distribuidora recibió durante el período de enero a diciembre del año anterior, un total de 24 000 órdenes de compra de fusibles. De este total de pedidos, llegaron a los sectores en el período acordado un total de 19 500 fusibles.

El porcentaje de pedidos entregados a tiempo es igual al número de estos pedidos dividido en el número total de pedidos entregados

Porcentaje de pedidos entregados a tiempo = $19\ 500 / 24\ 000 = 81$ por ciento.

El nivel de cumplimiento en pedidos entregados a tiempo es del 81 por ciento.

Los directivos de la empresa necesitan contar con indicadores similares al anterior, que sean medibles y que señalen condiciones o situaciones específicas en el desarrollo de las funciones en la etapa de distribución del material.

3.4.1. Actividades principales del manejo de materiales

Las actividades que se realizan en la Unidad de Mantenimiento, con respecto al manejo de materiales, corresponden desde el pedido del material hasta que éste esté colocado en la red de electricidad.

No se cuenta con lugares físicos adecuados para el resguardo de los materiales como se muestra en las figuras 7 y 8.

Figura 7. **Fotografía de la disposición de materiales en bodega de la empresa**



Fuente: 2a calle 2-72 zona 3, Chimaltenango.

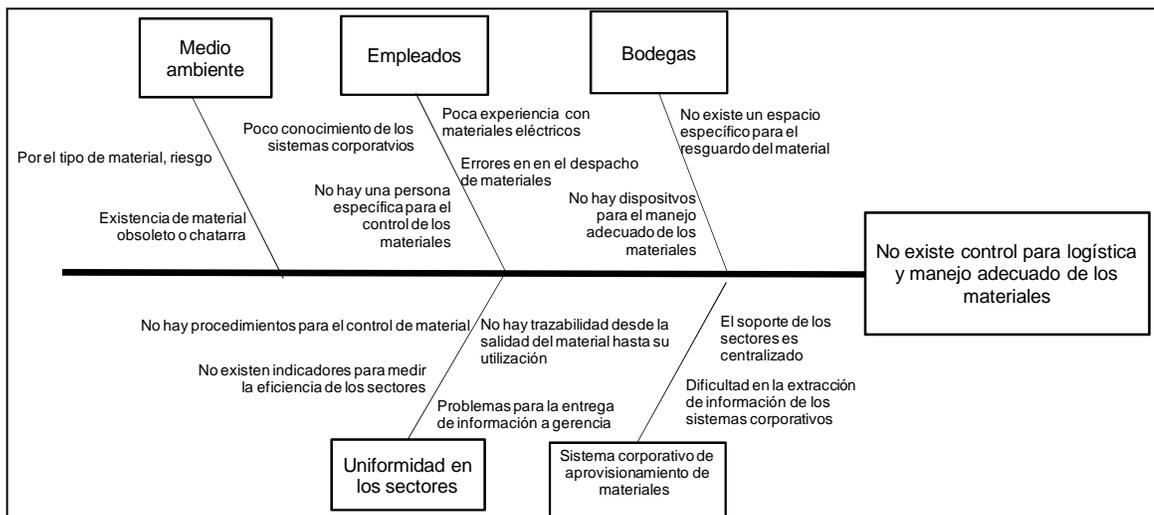
Figura 8. **Fotografía de las estanterías de la bodega de la empresa**



Fuente: 2a calle 2-72 zona 3, Chimaltenango.

En el análisis de las actividades de mantenimiento, se da que los recursos que se necesitan (materiales, formatos, etc.), no se tienen en el momento oportuno para poder ejecutar los trabajos en campo, dando como problema el atraso en la reparación de las incidencias para restablecer el servicio eléctrico (ver figura 9).

Figura 9. **Diagrama de Causa y Efecto para el control y manejo de material**



Fuente: elaboración propia.

Para realizar los trabajos de mantenimiento, es importante contar con los materiales necesarios para mantener en óptimas condiciones la red de distribución, para evitar sanciones por parte de los entes reguladores y perder clientes. El dinero gastado en el manejo de materiales no puede ser recuperado, es por ello necesario optimizar los recursos para mejorar el flujo de materiales, para que este esté en el momento oportuno. No se cuenta con formatos que permitan llevar registros de las entradas y salidas de material a los sectores de forma apropiada. El personal necesita capacitarse, conocer los

objetivos para involucrarse en el proceso y poder garantizar una trazabilidad en cada trabajo que se ejecuta. No hay indicadores adecuados que midan el desempeño de la gestión de materiales y que permitan tomar decisiones a los directivos basándose en datos reales. Es necesario que los recursos estén disponibles, evitar distancias innecesarias, tiempos muertos y pérdidas de clientes. Por todo lo anterior, es necesario realizar procedimientos para homogenizar las entradas y salidas de cada actividad, como también buscar generar puntos de control para lograr medir el cumplimiento de los objetivos establecidos por gerencia y contar con una logística adecuada a través del manejo físico, transporte, almacenaje y localización de los materiales.

3.4.2. Clasificación de materiales según el tipo de mantenimiento

Dentro de la empresa se han identificado los materiales más utilizados para las redes en media y baja tensión.

De acuerdo a este análisis, la clasificación de los materiales según el tipo de mantenimiento que se requiera en las líneas es:

- Media tensión: los materiales más utilizados son postes de concreto y madera de 9 metros, fusibles 10, 12,15 ó 25 amperios, conductores hasta 1/0 y aisladores para 13,8 kilo voltios y 34 kilo voltios.
- Baja tensión: conductores de baja tensión, transformadores de 10, 25 o 50 kilo voltio amperios y aisladores de porcelana para baja tensión.

Esto con el fin de identificar qué actividad y material es más recurrente dentro de las instalaciones de la empresa, para poder definir el *stock* necesario para la ejecución de los trabajos.

3.4.3. Clasificación de materiales según unidad constructiva

Para determinar los materiales según su unidad constructiva se realizó un análisis estadístico, donde se tomó como base 41 559 incidencias ocurridas en el período de enero a diciembre del año anterior (2010), donde las causas que más afectaban eran las siguientes:

- Vehículos
- Descarga atmosférica
- Trabajo originado por terceros
- Causa desconocida
- Vegetación
- Corrosión o contaminación
- Condiciones climáticas severa-fuerte, lluvia-viento
- Animales

Para determinar el tamaño de la muestra de las causas anteriormente descritas, y poder así realizar el análisis y determinar las unidades constructivas que con más frecuencia son utilizadas en la resolución de incidencias, se tomaron en cuenta los siguientes datos:

- Nivel de confianza: 95 por ciento.
- Error: 0,05.
- P: 90 por ciento, es la probabilidad que dentro de la muestra, las incidencias sí correspondan a la causa asignada.

- q: 10 por ciento, es la probabilidad que dentro de la muestra sí hayan incidencias que no correspondan a la causa asignada.

Tomando la siguiente fórmula estadística para definir el tamaño de muestra a analizar:

$$n = \frac{N * (z^2 * p(1 - p))}{(N - 1)e^2 + (z^2 * p(1 - p))}$$

Donde:

N = tamaño de la población objetivo.

n = tamaño de la muestra.

z = valor obtenido de la tabla de la normal en base al intervalo de confianza.

E = error de estimación.

P = probabilidad de aceptación.

Q = probabilidad de fracaso.

En la tabla III se indican los resultados obtenidos, para cada causa a analizar el tamaño de muestra correspondiente.

Tabla III. **Tamaño de muestra de volumen de incidencias**

NIVEL	CAUSA	INCIDENCIA	MUESTRA
Baja Tensión	Condición climática severa: fuerte lluvia y viento	1 093	123
	Corrosión o contaminación	1 200	124
	Vegetación	1 622	127
	Causas de menor impacto	1 766	128
	Causa desconocida	2 563	131
	Trabajo originado por terceros	4 739	134
	Descarga atmosférica	6 546	135
	Vehículos	7 861	136
TOTAL BAJA TENSIÓN		27,390	1 038

Continuación de la tabla III.

Media Tensión	Condición climática severa fuerte: Lluvia y viento	581	112
	Causas de menor impacto	778	118
	Descarga atmosférica	852	119
	Causa desconocida	1 697	128
	Vegetación	1 789	128
	Animales	1 992	129
	Corrosión o contaminación	6 480	135
TOTAL MEDIA TENSIÓN		14 169	869

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

Con el tamaño de muestra determinado, se realizó el análisis de las incidencias, identificando según la descripción de las mismas las unidades constructivas utilizadas para la resolución de averías. Teniendo los siguientes resultados:

Las unidades constructivas más utilizadas en media tensión son:

- Cambio de fusible
- Retiro de objeto extraño
- Reposición de conductor
- Cambio de puente
- Cambio de cortacircuitos
- Tala de árbol

Mientras que, en baja tensión las unidades constructivas más utilizadas son:

- Cambio de transformador
- Reposición de conductor

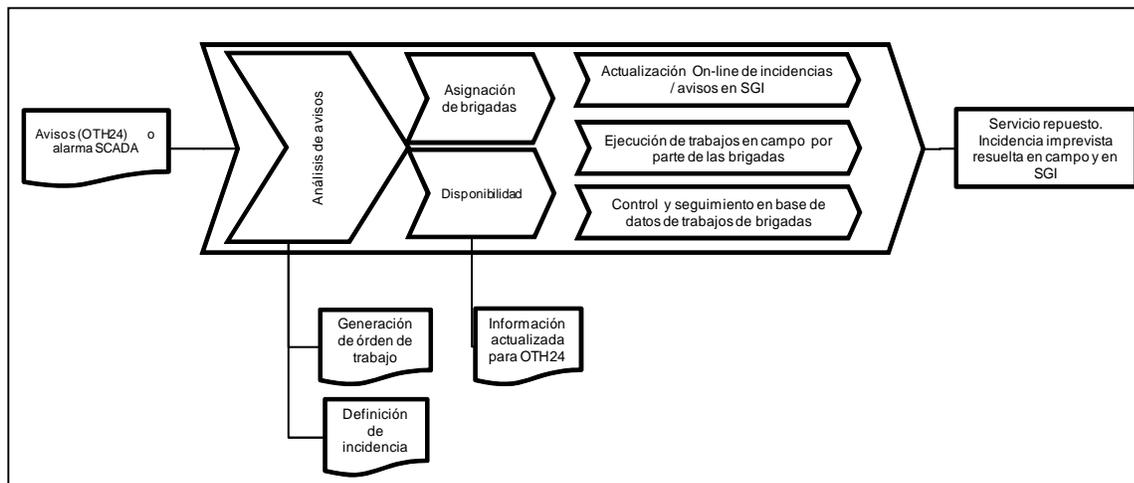
Esto con el fin de evaluar los materiales y actividades más recurrentes en las redes de distribución, para definir el *stock* necesario para la ejecución de los trabajos.

3.4.4. Mapa del proceso actual

Una dificultad que afecta al Departamento de Mantenimiento, es la falta de documentación de procedimientos para las actividades que se realizan. Están únicamente estandarizados, los mapas del proceso para mantenimiento preventivo y correctivo, pero no se encuentra la secuencia de actividades para cada fase del proceso.

A continuación se muestran el mapa del proceso para mantenimiento:

Figura 10. Mapa del proceso actual



Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

3.4.5. Indicadores

Debido a que los sistemas eléctricos están expuestos a variaciones en sus estados de operación, la Distribuidora de Servicio Eléctrico S. A. utiliza indicadores de calidad que permiten calificar la operación de los sistemas.

Se mantienen registros mensuales actualizados para ser evaluados de acuerdo a los estándares y objetivos establecidos.

Los indicadores principales son: TTIK, FMIK, DPI, incurrido/presupuestado, gastos operativos/mega vatio hora. Estos evalúan la continuidad del servicio y el presupuesto, sin embargo, no se puede evaluar la eficiencia en el manejo de los recursos (vehículos, herramienta, etc.), y el aprovisionamiento del material en cada sector. Por lo que se deben mantener indicadores que refleje la realidad que interesa de este proceso.

Otro problema es la falta de monitoreo y controles en puntos susceptibles a mejoras o debilidades que afronta el transporte y distribución del producto.

Ejemplo: de la tabla IV se puede obtener el indicador de pedidos entregados completos. Los sectores recibieron 6 pedidos de herrajes en el periodo de enero a diciembre del año anterior, cada uno de ellos con las siguientes cantidades:

Tabla IV. **Pedidos de herrajes**

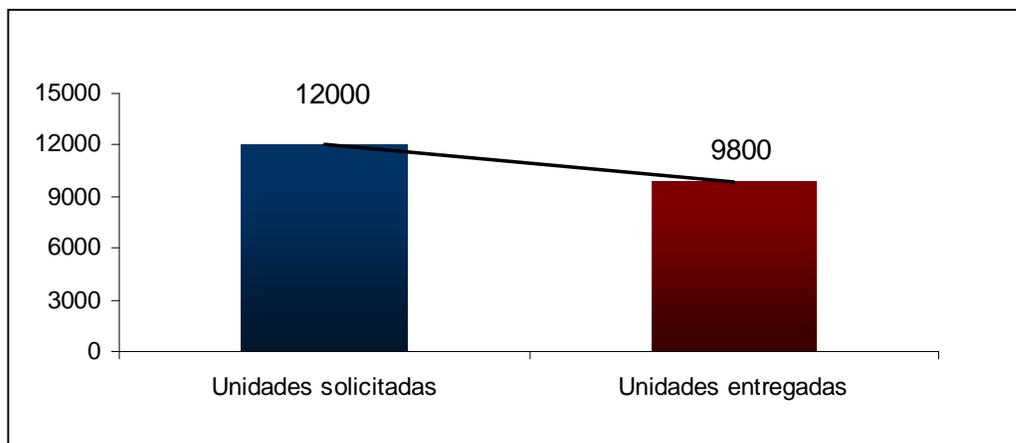
No. de pedidos	Unidades solicitadas	Unidades entregadas
1	2 000	1 500
2	2 000	1 500

Continuación de la tabla IV.

3	3 000	2 000
4	1 000	1 000
5	3 000	2 800
6	1 000	1 000
Total	12 000	9 800

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

Figura 11. **Gráfico de porcentaje de pedidos entregados**



Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

El nivel de cumplimiento de pedidos entregados completos es del 82 por ciento. Este indicador evalúa su gestión en la entrega de pedidos completos, es decir, que establece la relación entre lo solicitado y lo real entregado.

A continuación se presentan los indicadores que se utilizan actualmente, en los cuales podrán existir variaciones que afecten negativamente a la empresa, si no existe un control adecuado de las actividades de mantenimiento, seguimientos de avance y una gestión adecuada en el uso de los recursos.

3.4.5.1. Tiempo total de interrupción por kVA instalado (TTIK)

El TTIK (tiempo total de interrupción por kVA instalado), mide el tiempo de las interrupciones que afectan las instalaciones de distribución. Entre los factores que afectan a este indicador son las distancias, el clima y no tener el material disponible. En la tabla V se muestran los indicadores del 2do. semestre del año anterior, donde se observa que 8 de 10 sectores están por arriba de lo planificado.

Tabla V. Indicadores TTIK

Sector	Presupuesto	Real	
Sector 1	1,54	2,53	1,00
Sector 2	1,52	2,07	0,55
Sector 3	1,54	1,49	(0,05)
Sector 4	2,09	4,03	1,94
Sector 5	1,62	1,61	(0,01)
Sector 6	3,28	3,35	0,07
Sector 7	2,84	2,96	0,12
Sector 8	1,26	2,16	0,90
Sector 9	0,50	0,61	0,12
Sector 10	2,40	3,83	1,44

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A

3.4.5.2. Frecuencia media de interrupción por kVA instalado (FMIK)

El FMIK (frecuencia media de interrupción por kVA instalado), mide la frecuencia de las interrupciones que afectan las instalaciones de distribución. Si los trabajos no son realizados de forma adecuada por falta de material, se ve reflejado en este indicador, ya que el mismo segmento estará fallando continuamente, como se puede observar en la tabla VI donde se muestran los

indicadores del 2do. semestre del año anterior, el 50 por ciento de los sectores están por arriba de lo planificado.

Tabla VI. **Indicadores FMIK**

Sector	Presupuesto	Real	Desviación
Sector 1	0,60	0,75	0,15
Sector 2	0,39	0,41	0,02
Sector 3	0,35	0,34	(0,01)
Sector 4	0,65	0,66	0,01
Sector 5	0,32	0,25	(0,07)
Sector 6	0,62	1,06	0,44
Sector 7	0,90	1,22	0,33
Sector 8	0,33	0,29	(0,04)
Sector 9	0,27	0,21	(0,06)
Sector 10	0,57	0,54	(0,03)

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

3.4.5.3. Duración promedio de incidencias (DPI)

La duración promedio de incidencias es el cálculo que contempla una potencia base a partir de la cual cualquier incidencia se transforma para determinar el promedio de duración de la misma. Este indicador va atado al TTIK, las causas que afectan a este indicador son las distancias, el clima y la falta de material para realizar el trabajo. En la tabla VII se muestran los indicadores del 2do. semestre del 2010.

Tabla VII. **Indicador DPI**

Sector	Presupuesto	Real	
Sector 1	7,18	8,29	1,11
Sector 2	6,78	7,82	1,04
Sector 3	8,64	8,52	(0,12)
Sector 4	8,44	7,54	(0,90)
Sector 5	9,30	7,65	(1,66)
Sector 6	8,73	7,34	(1,39)
Sector 7	6,61	6,02	(0,60)
Sector 8	6,90	7,31	0,41
Sector 9	6,03	8,23	2,20
Sector 10	8,21	8,46	0,25

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S. A.

3.4.5.4. Incurrido/presupuestado

Es el indicador del gasto generado en operación, contra el presupuesto definido para los trabajos de mantenimiento. Este indicador se ve afectado por mal manejo del recurso humano y material. Si no se hacen bien los trabajos desde el principio se volverán a hacer y se vuelve un gasto innecesario.

3.4.5.5. Gastos operativos/mega vatio hora

Es el ratio de efectividad del total del gasto atribuido a operación, entre la cantidad de mega vatio hora vendidos y compararlo con el consumo.

3.4.6. Sistema de aprovisionamiento

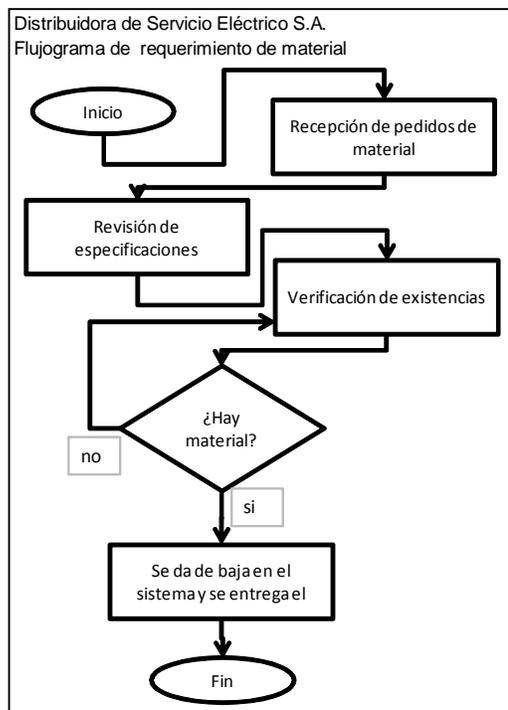
En mantenimiento, cada sector realiza la planificación de pedido de material, y de forma centralizada se realiza el tema de aprovisionamiento. Los recursos son limitados (vehículos, camiones, pilotos), por lo que no hay coordinación entre unidades para optimizar la logística del envío y recepción del

material. Las distancias que hay entre los sectores y bodegas principales son extensas, y a pesar de ello no cuentan con un *stock* de seguridad para la atención de urgencias. No hay planificación para los materiales que se utilizan en actividades no recurrentes.

Por lo que cabe resaltar que es necesario determinar la cantidad de materiales para cada sector, crear *stocks* de seguridad para evitar problemas de reabastecimiento así como un lugar para el resguardo de los mismos.

Este proceso se comprenderá mejor en el diagrama de flujo (ver figura 12).

Figura 12. **Diagrama de flujo de requerimiento de material**



Fuente: elaboración propia.

El diagrama de flujo muestra las actividades que se deben realizar para gestionar materiales, con el fin de optimizar el recurso tiempo y hacer más eficiente el proceso, es importante plantearse tiempos de entrega y límite para tener elaborada la programación, debido a que los materiales se despachan en un horario específico y esto genera atrasos.

3.4.7. Tipos de stock

La empresa debe asegurar una cantidad necesaria y exacta de abastecimiento de materiales, en el lugar y tiempo oportuno.

Tomando información del análisis estadístico expuesto en el punto 3.4.3, se encontraron deficiencias en la gestión de materiales. De 1 907 incidencias evaluadas, 477 (25 por ciento) cuyos materiales no habían sido programados, es decir, los trabajos se han podido ejecutar, pero con materiales asignados a otras actividades y/o unidades.

Los *stocks* más utilizados son los que se enumeran a continuación, aunque no todos son utilizados en la empresa.

3.4.7.1. Stock de ciclo

Es aquel que se constituye para hacerle frente a las demandas normales del proceso, este *stock* se mantiene, según registros de años anteriores, sin embargo, no cumple con las demandas de atención de urgencias o bien con los cambios climáticos que azotan al país. Según análisis estadístico las unidades constructivas más utilizadas, son las que se muestra en la tabla VIII, donde se puede determinar que el material más utilizado son los fusibles (32,32 por ciento).

Tabla VIII. **Unidades constructivas más utilizadas**

Unidad constructiva	Peso
Cambio de fusible	32,32 %
Activación de transformador	21,00 %
Reposición de conductor BT (metro)	16,29 %
Retiro de objeto extraño	14,28 %
Mantenimiento de transformador	4,37 %
Cambio de transformador 10 hasta 25 kVA	2,18 %
Cambio de bajadas de transformador	1,82 %
Poda de árbol (metro)	1,76 %
Tensado de retenida	1,29 %
Reposición de conductor MT hasta 1/0 (por metro)	1,23 %
Limpieza de maleza y arbusto (metro cuadrado)	1,19 %
Cambio de acometida (0 - 40 metros)	1,14 %
Cambio de portafusible	1,13 %

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

3.4.7.2. Stock de seguridad

En la empresa, el tema de aprovisionamiento no es instantáneo, se lleva un proceso para la generación de nuevo pedido. No se cuenta con un *stock* de seguridad para cada cuenta de materiales de los sectores, y el volumen es adecuado para hacerle frente mientras se vuelve a dar el *stock* de ciclo.

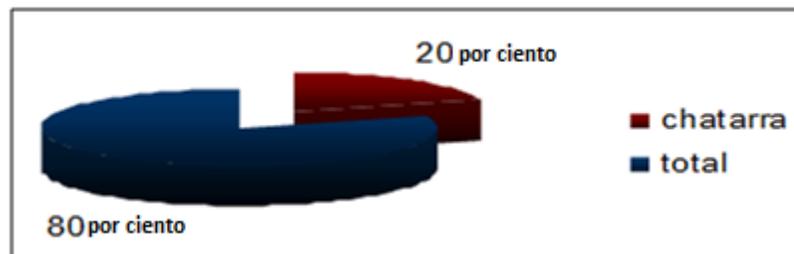
3.4.7.3. Stock cero

Este procedimiento consiste en la carencia de *stocks*, produciéndose el aprovisionamiento simultáneamente a las necesidades del servicio. No aplica dentro del proceso de la empresa, ya que el aprovisionamiento de materiales no es instantáneo.

3.4.7.4. Stock muerto

Es el formado por artículos que ya no se pueden utilizar. Se realizó un conteo a dos materiales, a los herrajes y aisladores en el sector de Quetzaltenango, donde se encontró que el 20 por ciento de herrajes y el 5 por ciento de los aisladores eran chatarras.

Figura 13. Chatarras de herrajes



Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Chatarras de aisladores



Fuente: elaboración propia

Dentro de la empresa no existe ningún procedimiento para este tipo de *stock*, los materiales obsoletos o bajados de la red no tienen un centro de acopio ni son llevados a chatarrerías.

3.5. Bodega de materiales

La empresa cuenta con dos almacenes en el interior del país para reabastecer de materiales cuando los sectores necesiten.

Sin embargo, los 10 sectores por no contar con una bodega adecuada dentro de sus instalaciones incurrir en los siguientes problemas:

- Flujo interrumpido de los materiales
- Falta de inventario de los materiales
- Material obsoleto
- Mal uso de los recursos

3.5.1. Distribución de la bodega

Cuenta con instalaciones necesarias para el resguardo de los materiales, sin embargo, el control es a nivel macro, no hay registros de que el material que sale de la bodega sea el instalado en las redes de electricidad de la empresa.

3.5.2. Actividades principales

Debido a que hay un almacén para cada 5 sectores, estos también son utilizados para otras unidades de la empresa. Eso genera los siguientes conflictos:

- Cada sector llega a traer el material sin una planificación y en algunas ocasiones no hay existencia del material requerido.
- El material que han consignado para ellos, por no existir comunicación entre sectores, lo ha tomado otro sector.

- El tiempo y distancia que incurre recoger los materiales hasta el almacén designado al sector.

Figura 15. **Fotografía de material reservado en almacén principal**



Fuente: 2a calle 2-72 zona 3, Chimaltenango.

3.5.3. Tipos de almacenaje

Como se ha expuesto, la Distribuidora de Servicio Eléctrico, Sociedad Anónima, tiene dos almacenes para cubrir con la demanda de los 10 sectores. Hay materiales que por su tamaño y por la frecuencia de utilización no tienen un espacio físico dentro de los almacenes de la empresa para el resguardo adecuado.

3.5.3.1. Almacenes físicos

Los almacenes físicos son aquellos que cuentan con estanterías suficientes para almacenar los materiales y además con el personal para la

administración del almacén, por la falta de espacio y recurso humano solo hay 2 almacenes oficiales para el resguardo de los materiales.

Figura 16. Fotografía del almacén principal



Fuente: 2a calle 2-72 zona 3, Chimaltenango.

3.5.3.2. Almacenes virtuales

Estos almacenes son utilizados cuando la empresa hace convenio con sus proveedores de entregar el material hasta que éste se vaya a utilizar en algún trabajo de mantenimiento. Este almacén es más utilizado para materiales críticos como postes y transformadores.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL DE MANEJO DE MATERIALES

Al conocer la situación actual, se plantea la implementación de un procedimiento para las actividades de mantenimiento. Así poder conocer el flujo de las actividades y de los materiales, para determinar el espacio físico dependiendo de la demanda de cada sector. Al mismo tiempo definir los formatos de pedido y despacho de materiales.

Definir los indicadores claves de desempeño (KPI's), para que se pueda llevar un control adecuado de los materiales dentro de la bodega de cada sector

4.1. Control de materiales

El control de materiales es un sistema que permitirá a la empresa conocer de manera exacta el lugar donde se encuentran los materiales y la cantidad que hay en existencia, solicitar más o no, dependiendo del caso.

4.1.1. Clasificación de materiales

Los materiales se clasificaron según su familia, por características afines, para determinar el flujo, volumen, niveles de *stock* y facilitar la determinación de rotación de los mismos, para revisar los códigos de los materiales, ver anexo 1.

- Herrajes
- Aisladores
- Conductores
- Protección
- Cruceta
- Fusibles
- Pernos
- Postes
- Transformadores

4.1.2. Estandarización del procedimiento de actividades de mantenimiento

Para el desarrollo del análisis del proceso de control de materiales se elaboró un procedimiento, tomando como formato el utilizado en las normas de calidad DIN.

En el siguiente cuadro se describen los componentes que forman el formato a implementar (ver figura 17).

Figura 17. Formato del contenido del procedimiento de actividades de mantenimiento

A. Carátula		
Logotipo	Normativa:	Documento:
	Licitación:	Fecha:
		Página:
	Unidad	Versión:
<p>B. Contenido</p> <p>I. Introducción</p> <p> a. Objetivos</p> <p> b. Ámbito</p> <p> c. Alcance</p> <p>II. Definiciones</p> <p>III. Responsabilidades</p> <p>IV. Consideraciones generales</p> <p>V. Procedimiento</p> <p> a. Pasos s</p> <p> b. Diagramas de flujo</p>		

Fuente: elaboración propia.

Elaboración del procedimiento de trabajos de mantenimiento mediante la recopilación de información necesaria a través de la técnica de entrevistas y seguimiento de actividades.

Se describe el flujo de cada una de las actividades de mantenimiento y de las personas que interactúan en el proceso, luego de revisarlos y realizar los cambios necesarios, queda en el departamento para el uso de los empleados que requieran la información de las actividades para los trabajos de mantenimiento. Esto ayudará a los responsables del proceso a estandarizar las actividades diarias en cada uno de los trabajos y determinar quiénes interactúan y cuál es su aporte en el proceso.

Utilizando el formato según las normas de calidad DIN. Se define el procedimiento para determinar el flujo de actividades.

Define el flujo de actividades para el mantenimiento preventivo, correctivo, retranqueos y el aprovisionamiento de materiales. Se estandarizaron los responsables y las actividades que realizan para que los 10 sectores tengan los mismos lineamientos y directrices a seguir. Se identificaron los momentos de aprovisionamiento en cada actividad.

Este procedimiento está distribuido bajo un número de copias controladas a los encargados que interactúan en el proceso.

Figura 18. **Procedimiento para las actividades de mantenimiento**

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 1
		Versión: 1
NORMATIVA DE GESTIÓN DE RED PROCEDIMIENTOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO XXX-XX-XX		
VALIDADO	APROBADO	
GESTIÓN DE RED	DIRECCIÓN DE NEGOCIO	

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 1
		Versión: 1

1. Introducción

Este procedimiento tiene como fin establecer la secuencia de actividades para los trabajos de mantenimiento, así como los responsables que interactúan y poder controlar adecuadamente el uso de los materiales.

2. Objetivo

Definir los procedimientos que se realizan para la ejecución de los distintos tipos de trabajos de mantenimiento.

3. Ámbito

A todas las instalaciones de MT/BT de distribución propiedad de la Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

4. Alcance

Al personal de la Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A. y a empresas contratadas a las que se exija estos procedimientos.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 2
		Versión: 1

5. Responsabilidades

El centro de operaciones:

- Unidad responsable de la vigilancia, operación y control de la red eléctrica, para asegurar la calidad y continuidad en el suministro.
- Coordinar las actuaciones, brindar apoyo técnico en el momento en que se atiende alguna incidencia.

Jefe de Mantenimiento:

- Realizar la planificación de las actividades de mantenimiento.
- Coordinar las actividades con el encargado de mantenimiento.
- Coordinar las actividades con el encargado de operación local.
- Coordinar las actividades con mantenimiento centralizado.
- Aprobar los trabajos de mantenimiento y autorizar el pago a contratistas.
- Conocer el contenido de este documento y su aplicación práctica.

Encargado de mantenimiento:

- Coordinar las actividades con personal propio o contratado de la empresa.
- Coordinar con el Jefe de Mantenimiento, la planificación anual de trabajos de mantenimiento preventivo.
- Determinar junto con el jefe de mantenimiento, los trabajos de mantenimiento preventivo que se realizarán semanalmente, a partir del ranking semanal de líneas que aportan más a los indicadores.
- Realizar la actualización de la base de datos de mantenimiento cada vez que una orden de trabajo o un trabajo haya cambiado de estado.
- Coordinar con la unidad de desarrollo, la propuesta de obras que estén fuera del alcance de la unidad de mantenimiento

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 3
		Versión: 1

- Informar al centro de operaciones de las actividades de mantenimiento preventivo a realizarse.
- Realizar la planificación de auditorías de trabajos realizados por contratistas.
- Elaborar actas de recepción de trabajos ejecutados por contratistas.
- Conocer el contenido de este documento y su aplicación práctica.
- Gestionar el suministro de materiales aportados por la empresa.
- Actualizar la base de datos de instalaciones cuando lo requiera.

Encargado de operación local

- Solicitar el descargo en el sistema de gestión de descargos
- Supervisión y seguimiento de trabajos contratados en la operación local
- Gestionar el suministro de materiales aportados por la empresa
- Certificación de pagos de trabajos efectuados
- Actualizar la base de datos de instalaciones cuando lo requiera

Responsable del descargo:

- Deberá coordinar con el centro de operación el inicio, las maniobras y la conclusión de todos los trabajos que realice.
- Estará obligado a informar inmediatamente al centro de operación de los accidentes o incidentes que surjan en la realización de los trabajos.

Brigadas de mantenimiento/contratos

- Ejecutar inspecciones previas a realizar trabajos de mantenimiento preventivo
- Ejecutar trabajos de mantenimiento preventivo
- Ejecutar inspecciones para trabajos de retranqueo y obras a terceros
- Realizar el presupuesto de trabajos de retranqueo y obras a terceros
- Ejecutar trabajos de retranqueo y obras a terceros

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 4
		Versión: 1

- Retirar materiales de las bodegas, para uso de trabajos de mantenimiento preventivo, retranqueos o trabajos a terceros.
- Ejecutar las órdenes de trabajo generadas de la base de datos de mantenimiento.
- Tomar datos para actualizar la base de datos de instalaciones.

Brigadas de operación local/retenes

- Ejecución de trabajos de mantenimiento correctivo para la resolución de incidencias.
- Informar al centro de operaciones del resultado de los trabajos de mantenimiento correctivo.
- Retirar materiales de las bodegas, para uso de trabajos de mantenimiento correctivo.
- Ejecutar las órdenes de trabajo generadas de la base de datos de mantenimiento.
- Tomar datos para actualizar la base de datos de instalaciones.

Montador de mantenimiento y operación local/personal de la contrata:

- Coordinar las operaciones con el encargado de mantenimiento y de operación local.
- Cumplir y hacer cumplir las medidas de seguridad en la supervisión de trabajos.
- Comunicar al encargado de mantenimiento las incidencias en el desarrollo sus actividades.
- Determinar si un trabajo ha sido ejecutado de manera satisfactoria, y si todos los materiales solicitados fueron utilizados, anotando lo sobrante para su posterior devolución, previo a la elaboración del acta de recepción en campo.
- Recepción de trabajos en campo.

Gestor de recursos del sector

- Realización de pedidos de materiales y trabajos contratados en el sistema de gestión de aprovisionamiento.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 5
		Versión: 1

Mantenimiento centralizado:

- Determinar si los materiales solicitados por los sectores están de acuerdo a la planificación o si, por falta de existencia, hay que modificarla para el caso de materiales críticos.
- Autorizar los pedidos de materiales críticos de acuerdo a las existencias informadas por la unidad de compras.
- Recopilar las solicitudes de materiales críticos de todos los sectores, para su posterior envío a la unidad de compras.

Oficina técnica de distribución

- Informar a mantenimiento centralizado de las existencias de materiales críticos.
- Informar a las bodegas, de los materiales que los sectores están autorizados para retirar.

6. Procedimientos

Se define el flujo del proceso para los trabajos de mantenimiento así también el flujo para el aprovisionamiento de los materiales, las actividades que se realizan en el Departamento de Mantenimiento son:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Retranqueo
- Obras a terceros

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 6
		Versión: 1

6.1 Pasos secuenciales

6.1.1. Mantenimiento preventivo

El diagrama de flujo de esta actividad ayudará a homogenizar las actividades en los 10 sectores, a determinar las directrices y el momento de aprovisionamiento del material. Se determinan los responsables que interactúan para facilitar la comunicación entre unidades.

Desarrollo:

- Se realiza un cronograma donde se determinan los trabajos que se realizarán y los materiales a utilizar, anualmente en el mantenimiento preventivo, de acuerdo a la estrategia planteada por la unidad centralizada.
- Se definen anualmente las líneas tipo A, a las cuales se les realizará mantenimiento en el año, cuando y cual será el presupuesto.
- Se definen semanalmente en función del ranking de indicadores y de incidencias, a cuales líneas se les hará el mantenimiento durante la semana.
- Ingresar la información en la base de datos de mantenimiento, generando una orden de trabajo para realizar una inspección/diagnóstico y presupuestación.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 7
		Versión: 1

- Anualmente se realizan solicitudes de compra para la realización de trabajos de mantenimiento planificados y no planificados que ejecutan las contratas y materiales.
- Se realizan en campo la inspección/diagnóstico para determinar si es necesario algún mantenimiento y qué tipo de mantenimiento.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento y generando una orden de trabajo para cada actividad que se defina (mantenimiento con descargo, mantenimiento sin descargo, tala y poda, mejora de tierras, conectividad).
- Cuando se determina que no es suficiente un trabajo de mantenimiento preventivo por tratarse de un problema fuera del alcance del proceso, se envía una propuesta de obra a la Unidad de Desarrollo.
- A raíz de la inspección/diagnóstico complementado por el análisis de las incidencias se determina que fue un problema puntual y no necesita actividad de mantenimiento.
- El encargado de mantenimiento define si se realizará en la instalación, mejora, cambio o sustitución de los sistemas de puesta a tierra de las instalaciones de media y baja tensión.
- El encargado de mantenimiento define, si se realizará mantenimiento sin descargo.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 8
		Versión: 1

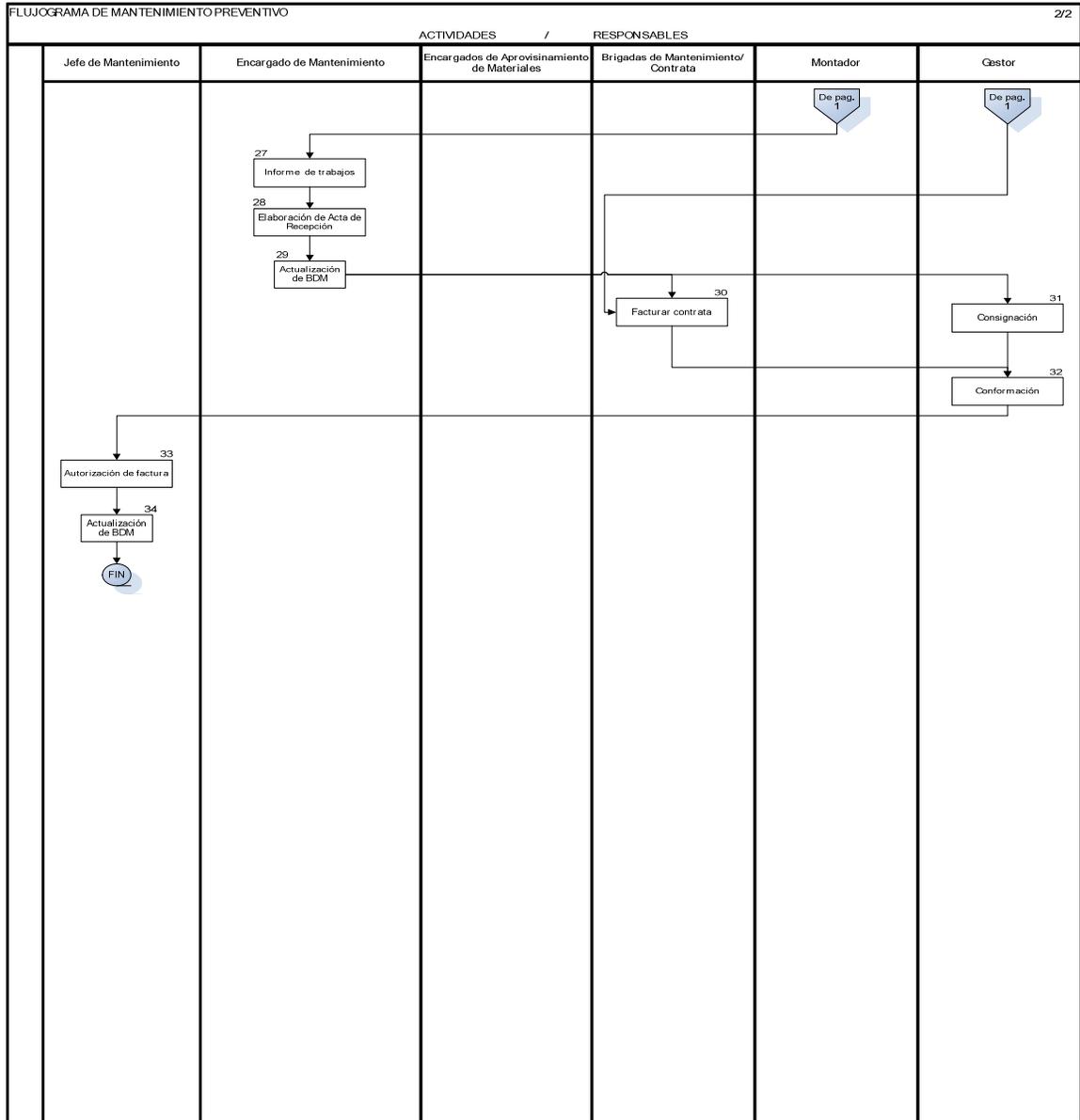
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento y se da por finalizada una orden de trabajo, ya sea por un problema puntual o que se envíe a la Unidad de Desarrollo.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de instalaciones para indicar que se da por finalizada una orden de trabajo.
- El encargado de mantenimiento define si se realizará una solución temporal, de una incidencia que ha venido de mantenimiento correctivo.
- El encargado de mantenimiento define si se realizarán actividades de poda de arbolado, tala de árboles, limpieza de maleza y arbustos que se encuentran dentro de las redes de media y baja tensión.
- El encargado de mantenimiento define si se realizará mantenimiento con descargo.
- El encargado de mantenimiento define si se realizará trabajo de conectividad.
- El encargado de mantenimiento envía al centro de operaciones el cronograma de los trabajos con pérdida y sin pérdida del mercado, a realizar, y éste autorice el descargo para el mantenimiento respectivo.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de instalaciones para indicar que se necesita descargo de las líneas para realizar cada actividad que se defina (mantenimiento con descargo, mantenimiento sin descargo, tala y poda, mejora de tierras, conectividad).
- Descrito en el diagrama de flujo de aprovisionamiento de materiales.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 9
		Versión: 1

- Según haya determinado el encargado de mantenimiento se realizará la ejecución de trabajos requeridos siguiendo la programación enviada al centro de operaciones.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento y se da por finalizada una orden de trabajo, en la cual se realizó la actividad definida por el encargado de mantenimiento (mantenimiento con descargo, mantenimiento sin descargo, tala y poda, mejora de tierras, conectividad).
- El montador realiza una revisión de los trabajos y materiales según la planificación enviada por el encargado de materiales.
- El encargado de mantenimiento debe realizar un informe que detalle la utilización de materiales, herramientas, horas extras, viáticos y transporte en los trabajos realizados.
- Si el trabajo realizado fue aprobado en la auditoría, el encargado de mantenimiento elabora un acta de recepción de trabajos realizados por contrata.
- Las brigadas de mantenimiento/contrata elaboran la factura de trabajos finalizados apegándose al pedido mensual realizado por el gestor.
- El gestor actualiza el pedido con las cantidades reales de unidades constructivas y/o materiales utilizados en el campo en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El gestor confronta las cantidades consignadas en el pedido y lo indicado en la factura en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El jefe de mantenimiento autoriza la factura conformada y consignada en el sistema de gestión de aprovisionamiento para su posterior pago.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, para indicar que los trabajos realizados por las contratas han sido cancelados.

Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 12
		Versión: 1

6.1.2. Mantenimiento correctivo

El diagrama de flujo se aplica exclusivamente, para las actividades de operación local, la unidad de mantenimiento tiene la responsabilidad de realizar los trabajos adecuadamente para que se puedan cumplir con los objetivos de ésta acción, velando que la ejecución de los trabajos sean de calidad y en el menor tiempo posible.

Desarrollo:

- En función de los avisos recibidos por la oficina telefónica 24 horas, el centro de operaciones envía la ruta crítica para resolver incidencias al encargado de operación local.
- El encargado de operación local revisa la ruta crítica, para lograr optimizar las alternativas y poder dar resolución de las incidencias.
- El encargado de operación local asigna la orden de trabajo que deben realizar las brigadas para resolver las incidencias.
- El encargado de operación local proveerá a sus trabajadores de los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Mensualmente el encargado de operación local define los horarios de trabajo para cada una de las brigadas propias y dependiendo de la ruta crítica el encargado de operación local, asigna brigada/retén para la resolución de incidencias
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento indicando los turnos y brigadas que realizarán los trabajos.
- Descrito en el diagrama de flujo de aprovisionamiento de materiales.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 13
		Versión: 1

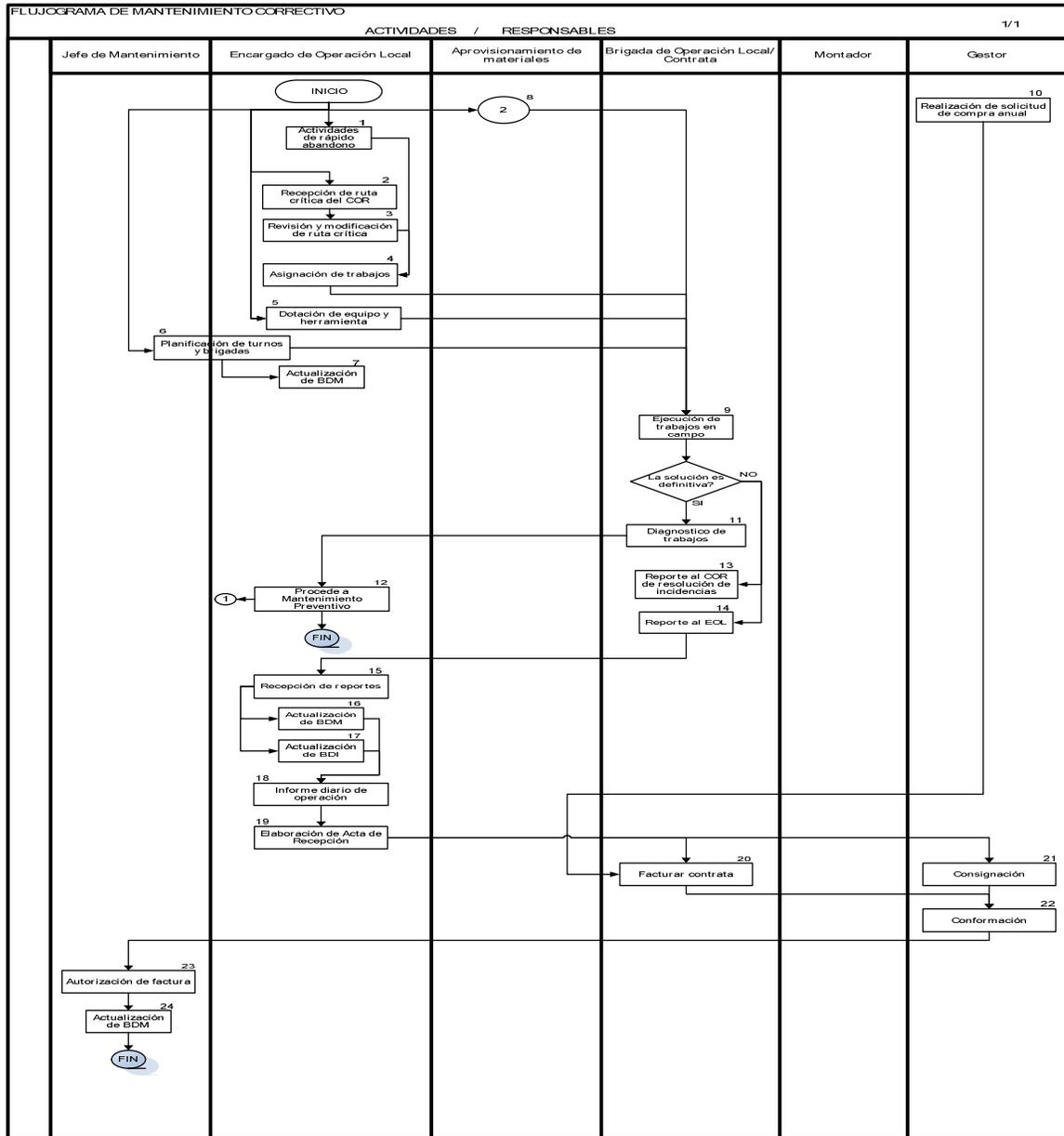
- La brigada de operación local/contrata, realizará la ejecución de trabajos en campo para la resolución de incidencias.
- Mensualmente se realizan pedidos para la realización de trabajos de mantenimiento planificado y no planificado que ejecutan las contrata.
- La brigada de operación local/contrata determina que el trabajo no puede solucionarse en el tiempo estipulado o que llevará más tiempo por ser una obra importante, y se pasa a mantenimiento preventivo.
- Se genera una orden de trabajo, de no finalizado el trabajo por mantenimiento correctivo, la cual se envía al encargado de mantenimiento.
- La brigada de operación local/retén informa al centro de operaciones el estado en el que se encuentra problema luego de ejecutar los trabajos para mantenimiento correctivo.
- La brigada de operación local/retén informa al encargado de operación local el estado en el que se encuentra el problema luego de ejecutar los trabajos correctivos.
- Si el trabajo realizado fue aprobado en la auditoría el encargado de operación local elabora un acta de recepción de trabajos realizados por contrata.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento y se da por finalizada una orden de trabajo.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de instalaciones para indicar que se da por finalizada una orden de trabajo.
- El encargado de operación local debe realizar un informe que detalle la utilización de materiales, herramientas, horas extras, viáticos y transporte en los trabajos realizados.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 14
		Versión: 1

- Si el trabajo realizado fue aprobado en la auditoría el encargado de operación local elabora un acta de recepción de trabajos realizados por contrata.
- La brigada de operación local/contrata elabora la factura de trabajos finalizados apegándose al pedido mensual realizado por el gestor.
- El gestor actualiza el pedido con las cantidades reales de unidades constructivas y/o materiales utilizados en el campo en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El gestor confronta las cantidades consignadas en el pedido y lo indicado en la factura en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El jefe de mantenimiento autoriza la factura conformada y consignada en el sistema de gestión de aprovisionamiento, para su posterior pago.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento para indicar que los trabajos realizados por las contratas han sido cancelados.

Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 16
		Versión: 1

6.1.3. Retranqueos

Se describe la secuencia de actividades que se llevan a cabo para la elaboración de trabajos a terceros y/o clientes.

Desarrollo:

- Mensualmente se realiza un estimado de la cantidad de materiales a utilizar para la solicitud de retranqueo planteada por un cliente.
- Cuando el cliente, luego de solicitar un retranqueo, paga la inspección y se genera un expediente de retranqueo.
- El encargado de mantenimiento recibe y archiva los expedientes de retranqueos.
- El encargado de mantenimiento ingresa a la base de datos de mantenimiento los expedientes y esta genera una orden de trabajo para realizar la inspección en campo.
- El encargado de mantenimiento asigna la brigada/contrata para realizar la orden de trabajo, la inspección en campo.
- Una brigada/contrata o montador verifica en campo las condiciones para realizar el trabajo.
- Derivado de la inspección se determina el costo de los materiales y trabajo.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, donde se indica el presupuesto a utilizar para la ejecución de la obra.
- Desde la recepción del expediente de retranqueo hasta la elaboración de presupuesto, el encargado de mantenimiento tiene un lapso de 5 días, para enviar la información que debe.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 17
		Versión: 1

- ingresar a la base de datos de mantenimiento para que esta automáticamente envíe el presupuesto a la oficina comercial.
- La oficina comercial se encarga de informar el costo de la obra de retranqueo que pidió el cliente y este tiene un plazo de 30 días para poder realizar el pago explícito en el presupuesto, si decide que se realice la obra.
- Cuando el cliente no realiza el pago del retranqueo el expediente se da de baja.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, donde se desestima el expediente.
- El encargado de mantenimiento se encarga de definir quien va a ejecutar la obra. Si decide que lo realizará una contrata, le solicita al gestor de recursos que realice el pedido.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, indicando la adjudicación de la obra.
- Descrito en el diagrama de flujo de aprovisionamiento de materiales.
- La brigada/contrata se encarga de ejecutar la obra adjudicada en un plazo de 15 días.
- El montador realiza una revisión de los trabajos y materiales según la planificación enviada por el encargado de materiales.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, para indicar que se da por finalizada una orden de trabajo.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de instalaciones, para indicar que se da por finalizada una orden de trabajo.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 18
		Versión: 1

- Si el trabajo realizado fue aprobado en la auditoría el encargado de operación local elabora un acta de recepción de trabajos realizados por contrata.
- La brigada de operación local/contrata elabora la factura de trabajos finalizados apegándose al pedido mensual realizado por el gestor.
- El gestor de recursos realiza un pedido en el sistema de gestión de aprovisionamiento por trabajos contratados.
- El gestor actualiza el pedido con las cantidades reales de unidades constructivas y/o materiales utilizados en el campo en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El gestor confronta las cantidades consignadas en el pedido y lo indicado en la factura en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El Jefe de Mantenimiento autoriza la factura conformada y consignada en el sistema de gestión de aprovisionamiento, para su posterior pago.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento para indicar que los trabajos realizados por las contratas han sido cancelados.

Diagrama de flujo:

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 20
		Versión: 1

6.1.4 Obras a terceros

Se describe la secuencia de actividades que se llevan a cabo para la elaboración trabajos a terceros y/o clientes.

Desarrollo:

- Mensualmente se realiza un estimado de la cantidad de materiales a utilizar para la solicitud de obras a terceros planteada por un cliente.
- Cuando el cliente, luego de solicitar la obra, paga la inspección y se genera un expediente de obras a terceros.
- El encargado de mantenimiento recibe y archiva los expedientes de obras a terceros.
- El encargado de mantenimiento ingresa a la base de datos de mantenimiento los expedientes y ésta genera una orden de trabajo para realizar la inspección en campo.
- El encargado de mantenimiento asigna la brigada/contrata para realizar la orden de trabajo, la inspección en campo.
- Una brigada/contrata o montador verifica en campo las condiciones para realizar el trabajo.
- Derivado de la inspección se determina el costo de los materiales y trabajo.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, donde se indica el presupuesto a utilizar para la ejecución de la obra.
- Desde la recepción del expediente de la obra a terceros hasta la elaboración de presupuesto, el encargado de mantenimiento tiene un lapso de 5 días, para enviar la información que debe ingresar a la BDM para que ésta automáticamente envíe el presupuesto a la oficina comercial.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 21
		Versión: 1

- La oficina comercial se encarga de informar el costo de la obra que pidió el cliente y este tiene un plazo de 30 días para poder realizar el pago explicito en el presupuesto, si decide que se realice.
- Cuando el cliente no realiza el pago de la obra el expediente se da de baja.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, donde se desestima el expediente.
- El encargado de mantenimiento se encarga de definir quién va a ejecutar la obra. Si decide que lo realizará una contrata le solicita al gestor de recursos que realice el pedido.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, indicando la adjudicación de la obra.
- Descrito en el diagrama de flujo de aprovisionamiento de materiales.
- La brigada/contrata se encarga de ejecutar la obra adjudicada en un plazo de 15 días.
- El montador realiza una revisión de los trabajos y materiales según la planificación enviada por el encargado de materiales.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de mantenimiento, para indicar que se da por finalizada una orden de trabajo.
- Se ingresa la información actualizando la base de datos de instalaciones, para indicar que se da por finalizada una orden de trabajo.
- Si el trabajo realizado fue aprobado en la auditoría el encargado de operación local elabora un acta de recepción de trabajos realizados por contrata.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 22
		Versión: 1

- La brigada de operación local/contrata elabora la factura de trabajos finalizados apegándose al pedido mensual realizado por el gestor.
- El gestor de recursos realiza un pedido en el sistema de gestión de aprovisionamiento. por trabajos contratados.
- El gestor actualiza el pedido con las cantidades reales de unidades constructivas y/o materiales utilizados en el campo en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El gestor confronta las cantidades consignadas en el pedido y lo indicado en la factura en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El jefe de Mantenimiento autoriza la factura conformada y consignada en el sistema de gestión de aprovisionamiento. para su posterior pago.
- Se ingresa la información actualizando en la base de datos de mantenimiento, para indicar que los trabajos realizados por las contratas han sido cancelados.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 24
		Versión: 1

6.1.5 Aprovisionamiento de materiales

Debido al problema de control del manejo de materiales, este diagrama de flujo, define la secuencia de actividades y el punto de reorden en cada una. Para estandarizar en los 10 sectores.

Desarrollo:

- Definición de *stock* de retranqueo.
- Definición de *stock* de mantenimiento correctivo.
- Planificación anual de materiales de todas las actividades de mantenimiento.
- Dependiendo del flujo de materiales de mantenimiento correctivo y de retranqueo en inventario de la empresa, el encargado de mantenimiento y de operación local deben estimar el *stock* de materiales de aporte empresa.
- Dependiendo del flujo de materiales de mantenimiento correctivo y de retranqueo en inventario de la contrata, el encargado de mantenimiento y de operación local deben estimar el *stock* de materiales de aporte contrata.
- Según la planificación anual de materiales, el encargado de operación local/encargado de mantenimiento, determinará el material aporte empresa a requerir para realizar las actividades de mantenimiento.
- Según la planificación anual de materiales, el encargado de operación local/encargado de mantenimiento, determinará el material aporte contrata a requerir para realizar las actividades de mantenimiento.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 25
		Versión: 1
<ul style="list-style-type: none"> • El encargado de operación local/encargado de mantenimiento debe verificar la existencia de materiales de acuerdo a las entradas y salidas de materiales del inventario de la empresa y contrata. • La oficina técnica de distribución debe verificar la existencia de materiales críticos, para programar el material y poder ser entregado. • La oficina técnica de distribución recibe la solicitud de materiales críticos mensualmente y esperar a que, por parte de compras se autorice el retiro de los materiales • La oficina técnica de distribución definirá cuales materiales son críticos, ya que estos necesitan una programación por parte de compras. • Si no hay existencia de algún material en el inventario del sector, el encargado de operación local/encargado de mantenimiento debe solicitar materiales a la contrata para realizar el trabajo asignado. • Si hay existencia de materiales y materiales crítico, se realiza el pedido de <i>stock</i> de materiales para las actividades de mantenimiento correctivo y retranqueos, cada tercer semana del mes, de acuerdo a las existencias y al presupuesto. • Es el pedido de todos los materiales que se van a recoger a los almacenes propios de la empresa. • El gestor de recursos ingresa los pedidos de materiales en el sistema de gestión de aprovisionamiento y una vez autorizados los imprime y se los da a la brigada, para poder recoger el material. • El encargado de operación local/encargado de mantenimiento debe verificar existencia y flujo de los materiales en el inventario, para poder determinar y optimizar la cantidad de materiales a pedir y controlar las existencias en la bodega del sector. 		

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 26
		Versión: 1

- Las respectivas brigadas, recogen el material solicitado de acuerdo al pedido autorizado e ingresado en el sistema de gestión de aprovisionamiento.
- El material retirado de las bodegas ingresa a la bodega del sector.
- Para la ejecución de actividades de mantenimiento el encargado de operación local/encargado de mantenimiento, debe realizar una orden de trabajo, en la cual se asigna a la empresa adjudicada la relación de unidades constructivas, materiales aportación empresa y contratá, además de indicar en qué instalaciones de la empresa se actuara y el supervisor asignado.
- El encargado de operación local/encargado de mantenimiento debe de realizar un informe donde especifique cada uno de los materiales aportados por la empresa y que fueron utilizados en los trabajos asignados.
- Debe realizarse un balance de los materiales pedidos y los materiales utilizados y especificados en el informe y poder llevar un control de las entradas y salidas de material.
- Según el movimiento de materiales en el inventario de la empresa el encargado de operación local/encargado de mantenimiento, determinará el punto de reorden, para el pedido de *stock* de materiales de las actividades de mantenimiento correctivo y retranqueos.
- Si no hay existencia de materiales y/o materiales críticos, se realiza el pedido de stock de materiales para las actividades de mantenimiento correctivo y retranqueos, cada tercer semana del mes, de acuerdo a las existencias y al presupuesto.
- Es el pedido de todos los materiales que se utilizarán como aporte de contrata para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 27
		Versión: 1

- El gestor de recursos ingresa los pedidos de materiales en el sistema de gestión de aprovisionamiento y una vez autorizados los imprime y se los da a la brigada para poder recoger el material.
- El encargado de operación local/encargado de mantenimiento debe verificar existencia y flujo de los materiales en el inventario, para poder determinar y optimizar la cantidad de materiales a pedir y controlar las existencias en la bodega de la contrata.
- El material retirado de las bodegas ingresa a la bodega del sector.
- Para la ejecución de actividades de mantenimiento el encargado de operación local/encargado de mantenimiento, debe realizar una orden de trabajo, en la cual se asigna a la empresa adjudicada la relación de unidades constructivas, materiales aportación empresa y contrata, además de indicar en qué instalaciones de la empresa actuara el supervisor asignado.
- El encargado de operación local/encargado de mantenimiento, debe de realizar un informe donde especifique cada uno de los materiales aportados por la contrata y que fueron utilizados en los trabajos asignados.
- Debe realizarse un balance de los materiales pedidos y los materiales utilizados y especificados en el informe y poder llevar un control de las entradas y salidas de material.
- Según el movimiento de materiales en el inventario de la contrata el encargado de operación local/encargado de mantenimiento, determinará el punto de reorden, para el pedido de *stock* de materiales de las actividades de mantenimiento correctivo y retranqueos.
- De acuerdo a la orden de trabajo, se realizarán los pagos correspondientes para dar por finalizado el aporte contrata.

Continuación de la figura 18.

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.	NORMATIVA: Distribución	RED
	Procedimiento de actividades para los trabajos de mantenimiento	Página: 28
		Versión: 1

- En mantenimiento centralizado se realizará una comparación entre los materiales planificados que envíe el jefe de mantenimiento y la planificación de materiales de trimestre móvil.
- Mantenimiento centralizado debe revisar la planificación de materiales críticos y modificar la cantidad de materiales que debe solicitar cada sector, de acuerdo a las existencias y al presupuesto.

4.1.3. Diagrama de distribución mejorado

Los sectores no cuentan con un espacio físico para el depósito de los materiales, se cuenta con dos almacenes para los diez sectores de la empresa, es por ello que se ha realizado una propuesta de implementación de una bodega para el manejo y control óptimo de los materiales en cada sector, la cual debe contar con:

- Estanterías para la disposición de materiales
- Equipo de oficina
- Equipo de seguridad industrial
- Espacio para postes y transformadores

La bodega debe adaptarse para la cantidad de materiales de gasto y de inversión utilizados mensualmente por cada sector, además del material de *stock* de la actividad de mantenimiento correctivo y de retranqueo.

Esto con el fin de tener registro de los materiales existentes y que estén accesibles para optimizar el tiempo de entrega a las brigadas así como disminuir costos de transporte y que el recurso humano tenga responsabilidad de la utilización de los materiales.

Cada sector al tener un espacio físico donde depositar los materiales deberá:

- Conocer el lugar de ubicación de cada material.
- Colocar los materiales debidamente identificados.
- Almacenar solo materiales requeridos mensualmente y el nivel de stock.
- Los materiales deben estar ordenados y en el lugar correspondiente.

- Restringir el acceso a personas no autorizadas y delegar responsabilidades.
- Mejorar el sistema de distribución de estanterías

Dado lo anterior debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Almacenamiento

Para los materiales a almacenar en la bodega, se tomó la cantidad de materiales utilizados según el presupuesto del Departamento de Mantenimiento por familia, tanto de gasto como de inversión. La sumatoria de los materiales de gasto, de inversión y de *stock* dará como resultado la cantidad de materiales que debe ocupar la bodega de cada sector.

Para el cálculo de cantidades requeridas, es necesario encontrar los siguientes parámetros:

- *Stock* de seguridad
- Plazo de entrega de proveedor
- Plazo máximo de entrega de proveedor
- Demanda media
- Punto de pedido

Las demandas anuales de los materiales según datos históricos son (ver tabla XI):

Tabla IX. **Demanda de materiales por tipo de familia**

Materiales	Gasto (Q.)	Inversión (Q.)	Total (Q.)
Aisladores	2 983	618	3 601
Conductores	89 435	30 573	120 008
Cruceta	492	162	654
Fusibles	8 185	2 139	10 324
Herrajes	9 286	2 268	11 554
Pernos	4 230	1 064	5 294
Postes	243	85	328
Protección	8 059	5 482	13 541
Transformadores	151	71	222

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

Tabla X. **Plazos de entrega de material por tipo de familia**

Materiales	Plazo de entrega (días)
Aisladores	30
Conductores	30
Cruceta	30
Fusibles	45
Herrajes	30
Pernos	15
Postes	30
Protección	30
Transformadores	30

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

Y para cada familia resulta el siguiente nivel de *stock*:

Tabla XI. **Nivel de *stock* por familia**

Materiales	Nivel de Stock
Aisladores	733
Conductores	18 175
Cruceta	104
Fusibles	6 926
Herrajes	2 353
Pernos	380

Continuación de la tabla XI.

Postes	71
Protección	1 287
Transformadores	148

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

A continuación se presentan la cantidad de materiales requeridas para los sectores de la empresa, tomando en cuenta por referencia de datos históricos el nivel de *stock* se divide por actividades correctivas y por actividades de retranqueo.

Tabla XII. **Requerimiento de material por tipo de familia**

Materiales	Gasto (Q.)	Inversión (Q.)	Stock correctivo	Stock retranqueo
Aisladores	2 983	618	550	183
Conductores	89 435	30 573	10 247	7 928
Cruceta	492	162	71	33
Fusibles	8 185	2 139	6 890	36
Herrajes	286	2 268	1 596	757
Pernos	4 230	1 064	751	309
Postes	243	85	28	43
Protección	8 059	5 482	1 152	135
Transformadores	151	71	146	2

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

Para el almacenamiento de los materiales se utilizarán estanterías tipo *picking*, ya que son un sistema de almacenaje diseñado para estibar cargas manuales y que ofrece rápido acceso a las mismas. Es la solución ideal para el manejo de un *stock* de alta rotación donde los elementos deben depositarse y retirarse en forma manual y se utilizará solo para los siguientes materiales:

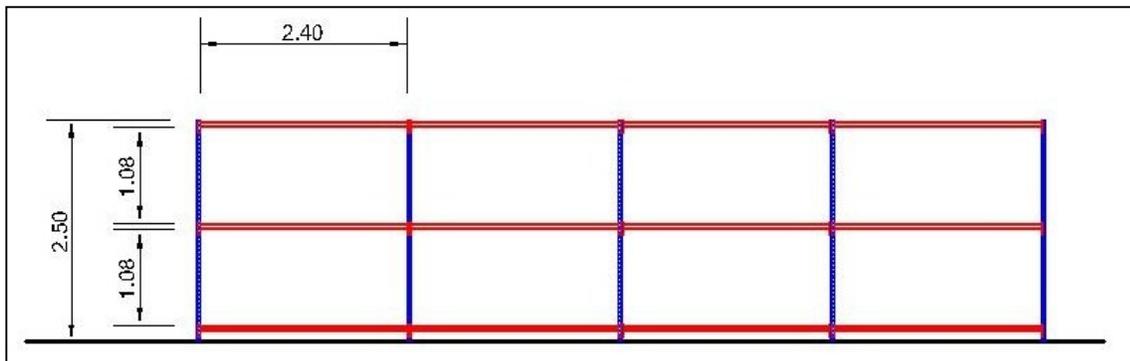
- Herrajes
- Fusibles
- Pernos
- Aisladores
- Crucetas

Con este sistema se optimiza el espacio de almacenamiento, otorgando un fácil acceso a las cargas y simplifica la tarea de toma de inventarios.

En la figura 19 se muestra la estantería de tres niveles con las siguientes dimensiones

- Alto: 2,50 metros
- Ancho: 2,40 metros
- Profundidad: 1,00 metros

Figura 19. **Tamaño estándar de estantería a utilizar en bodegas de sectores**



Fuente: elaboración propia.

Se tomó como base el tamaño de la estantería para determinar el área óptima para la bodega de los sectores.

Las dimensiones utilizadas de herrajes, fusibles y pernos son (tomando las medidas promedio de material por familia); (500 fusibles por caja; 2 000 pernos por caja):

- Alto: 25 cm
- Ancho: 50 cm
- Profundidad: 40 cm

Las dimensiones utilizadas de aislantes son (tomando las medidas promedio de material por familia):

- Alto: 25 cm
- Ancho: 50 cm
- Profundidad: 25 cm

Las dimensiones utilizadas en los transformadores:

- Alto: 1,20 m
- Diámetro: 40 cm

Las dimensiones utilizadas para los conductores (carretes):

- Largo: 1,5 m
- Diámetro: 90 cm

En la tabla XIII se muestra el número estanterías requeridas según el volumen de los materiales ocupados en las mismas.

Tabla XIII. **Requerimiento de estanterías para bodegas sectores**

SECTOR	HERRAJES, FUSIBLES Y PERNOS	AISLADORES	CRUCETAS	TOTAL DE ESTANTERÍAS
1	27	6	2	35
2	21	4	2	27
3	13	3	2	18
4	35	8	2	45
5	34	7	2	43
6	8	2	4	14
7	14	2	2	18
8	18	3	2	23
9	9	2	2	13
10	13	3	2	18

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

En la tabla XIV se muestran para los conductores la cantidad de bobinas tomando como medida general de 4 500 metros de conductor por bobina.

Tabla XIV. **Requerimiento de bobinas de cable para bodegas sectores**

Sector	Conductores No. bobinas
1	6
2	5
3	3
4	6
5	4
6	1
7	1
8	2
9	2
10	5

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.

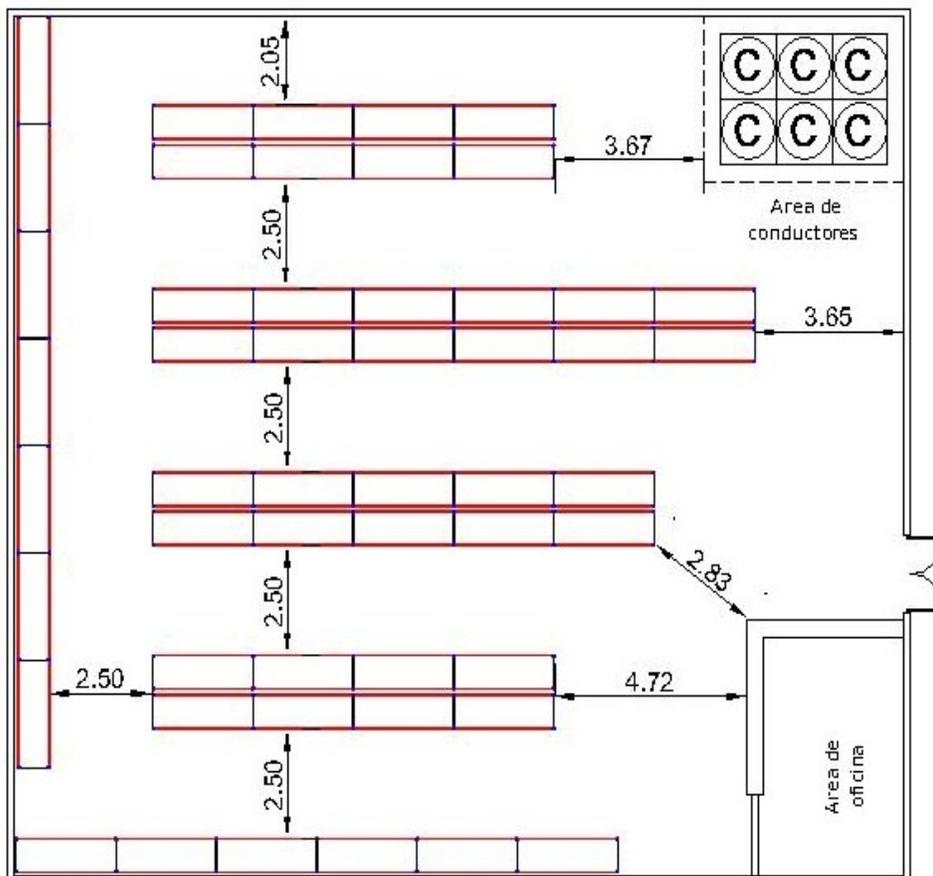
Para estimar la distribución y costos de la construcción de la bodega en cada sector, se generalizaron las medidas de construcción de la bodega y la cantidad de materiales y equipo para el manejo de los mismos.

Los sectores se dividen en tres categorías según la cantidad de materiales utilizados y el área a ocupar:

- Categoría A
 - Categoría A.1, sectores involucrados
 - Sector 1
 - Sector 4
 - Sector 5
 - Categoría A.2, cantidad de estanterías (45 total)
 - 35 para herrajes, fusibles y pernos
 - 8 para aisladores
 - 2 para crucetas
 - Categoría A.3, distribución de estanterías

En la figura 20 se muestran la distribución óptima de la colocación de las estanterías, los espacios adecuados para el manejo de montacargas, así como un área de oficina para los encargados de bodega.

Figura 20. **Distribución de estanterías para bodega sectores categoría A**

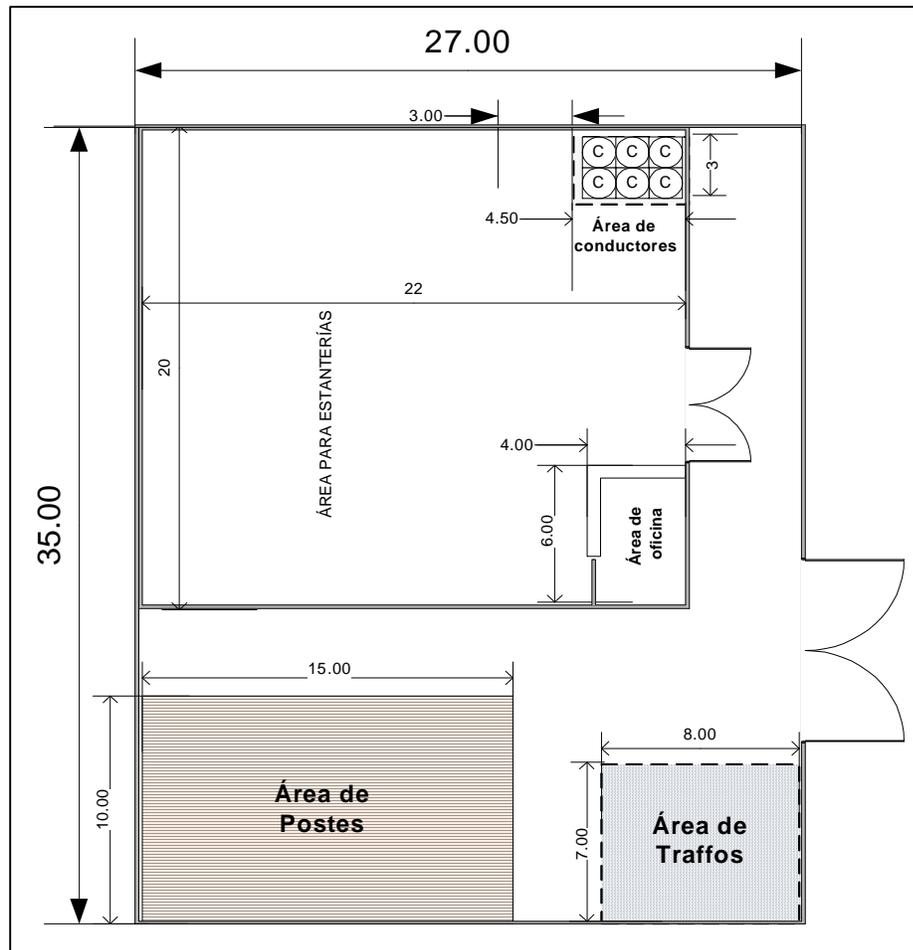


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Word 2010 y Paint.

- Categoría A.4, distribución de bodega

En la figura 21, según la categoría, están delimitadas las áreas óptimas para el resguardo del material para cada sector.

Figura 21. **Distribución de bodega para sectores categoría A**



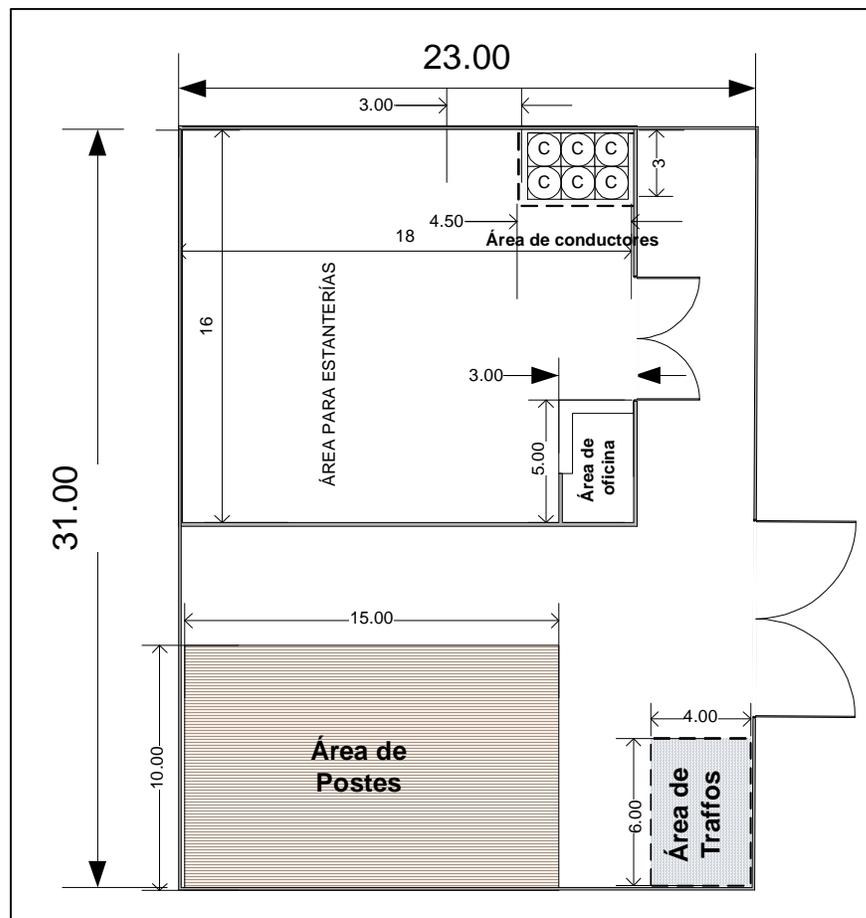
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Word 2010 y Paint.

- **Categoría B**
 - **Categoría B.1, sectores**
 - **Sector 2**
 - **Sector 8**
 - **Sector 10**

- Categoría B.4, distribución de bodega

En la figura 23, según la categoría, están delimitadas las áreas óptimas para el resguardo del material para cada sector

Figura 23. **Distribución de bodega para sectores categoría B**



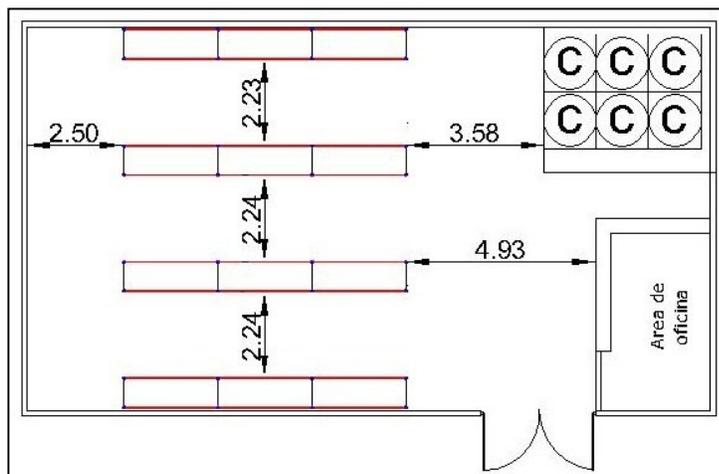
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Word 2010 y Paint.

- Categoría C
 - Categoría C.1, sectores

- Sector 3
 - Sector 6
 - Sector 7
 - Sector 9
- Categoría C.2, Cantidad de estanterías (18 total)
 - 13 para herrajes, fusibles y pernos
 - 3 para aisladores
 - 2 para crucetas
 - Categoría C.3, distribución de estanterías

En la figura 25 se muestran la distribución óptima de la colocación de las estanterías, los espacios adecuados para el manejo de montacargas, así como un área de oficina para los encargados de bodega.

Figura 25. **Distribución de estanterías para bodega sectores categoría C**

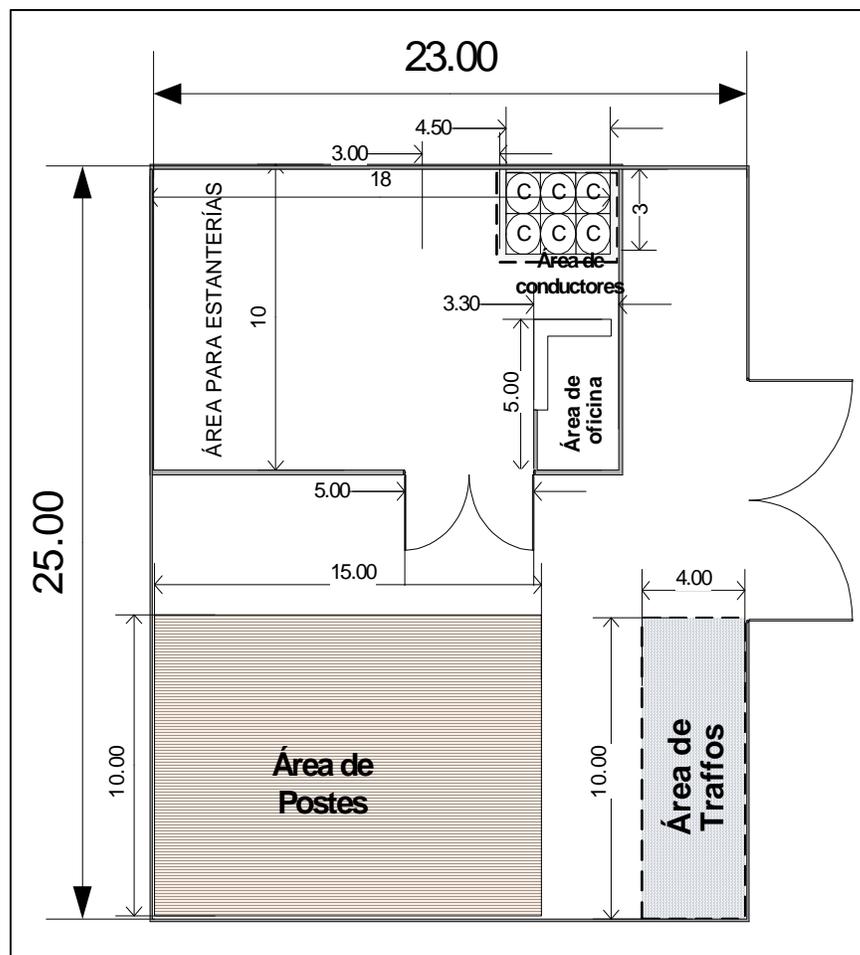


Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Word 2010 y Paint.

- Categoría C.4, distribución de bodega

En la figura 26, según la categoría, están delimitadas las áreas óptimas para el resguardo del material para cada sector.

Figura 26. **Distribución de bodega para sectores categoría C**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Office Word 2010 y Paint.

- Equipo de oficina: la bodega requiere un espacio, para las funciones administrativas y de control de entradas y salidas de materiales, tales como: escritorio, computadora, impresora y otros.
- Equipo de seguridad: el acceso a las áreas de la bodega deberá ser restringido a personal autorizado para el manejo de los materiales y deberá estar provisto de equipo personal de protección el cual deberá incluir como mínimo: guantes de carga, casco de seguridad, botas de cuero con punta de acero, ropa de trabajo y cinturón de seguridad.

También deberá poseer señalización de precaución y es recomendado que esté provisto de sistema contra incendios.

El lugar para colocar el equipo de seguridad será ubicado en el área de la oficina, para poder llevar un control de la utilización del mismo.

- Costos: Para obtener los costos aproximados de la construcción de la bodega, las estanterías tipo *picking* para el almacenamiento, el equipo de oficina y el equipo de seguridad, se solicitaron proforma para determinar los costos óptimos:
 - Costos de construcción: para los costos de construcción se tomaron en cuenta los siguientes aspectos, con el fin de optimizar los recursos y encontrar la opción más eficiente:
 - Estructura de lámina galvanizada calibre 28.
 - Estructura de malla con base de block para la parte exterior de la bodega (1 metro de altura para la base de block y 2 metros de altura para la malla).

- Construcción de block para la parte interna de la bodega.
- Piso de concreto para la parte interna de la bodega.
- Techo de dos aguas.
- Portón de 6 metros ancho para la parte exterior.
- Portón de 4x4 metros para parte interior.
- Altura máxima de la bodega interna de 6 metros.

Tabla XV. **Costos de construcción para bodegas sectores**

TIPO DE BODEGA	COSTOS (Q.)
Categoría A	1 023 300,00
Categoría B	995 000,00
Categoría C	862 300,00

Fuente: elaboración propia.

- Costos de estanterías

Tomando la cantidad de estanterías según la categoría de bodega, se determinan los costos, según cotización.

Tabla XVI. **Costos de estanterías para bodegas sectores**

TIPO DE BODEGA	CANTIDAD DE ESTANTERÍAS	COSTOS
Categoría A	51	\$ 26 895,00
Categoría B	31	\$ 16 542,00
Categoría C	18	\$ 7 703,00

Fuente: elaboración propia.

- Costos de equipo para manejo de materiales

Se deberá tener el siguiente equipo para el manejo adecuado del material, como se muestra en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Costos de equipo para manejo de materiales para bodegas sectores**

EQUIPO	COSTO (Q.)
Polipasto	35 000,00
Montacargas	120 000,00
Escalera	10 000,00
Total	165 000,00

Fuente: elaboración propia.

- Costos de equipo de seguridad industrial

Se deberá tener el siguiente equipo de seguridad industrial, para el manejo adecuado del material, como se muestra en la tabla (XVIII).

Tabla XVIII. **Costos de equipo de seguridad para bodegas sectores**

EQUIPO	COSTO (Q.)
Guantes de carga	55,00
Cascos de seguridad	24,00
Cinturón de seguridad	38,00
Botas de cuero con punta de acero	289,00
Total	406,00
Total (5 personas)	2 300,00

Fuente: elaboración propia.

- Costos de equipo de oficina

Se deberá tener el siguiente equipo de oficina para poder mejorar el control de los materiales.

Tabla XIX. **Costos de equipo de oficina para bodegas sectores**

EQUIPO	COSTO (Q.)
Computadora	3 500,00
Impresora	400,00
Escritorio de oficina	600,00
Sillas (2 unidades)	500,00
Total	5 000,00

Fuente: elaboración propia.

o Costos totales

Se presenta a continuación los costos aproximados de las bodegas según su categoría.

Tabla XX. **Costos de bodegas sectores categoría A**

BODEGA CATEGORÍA A	COSTO (Q.)
Construcción	1 023 300,00
Estanterías	\$ 26 895,00/Q. 200 367,75
Equipo de manejo de materiales	165 000,00
Equipo de seguridad	2 030,00
Equipo de oficina	5 000,00
Total	1 395 697,75

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Costos de bodegas sectores categoría B**

BODEGA CATEGORÍA B	COSTO (Q.)
Construcción	995 000,00
Estanterías	\$ 16 542,00/Q. 123 237,90
Equipo de manejo de materiales	165 000,00
Equipo de seguridad	2 030,00
Equipo de oficina	5 000,00
Total	1 290 267,90

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Costos de bodegas sectores categoría C**

BODEGA CATEGORÍA C	COSTO (Q.)
Construcción	862 300,00
Estanterías	\$ 7 703,00/Q. 57 387,35
Equipo de manejo de materiales	165 000,00
Equipo de seguridad	2 030,00
Equipo de oficina	5 000,00
Total	1 091 717,35

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Determinación de formatos para la gestión de materiales

Para poder llevar un mejor control es necesario tener registros de las entradas y salidas del material.

Quedaron definidos los formatos para el mantenimiento preventivo y correctivo donde estará la información necesaria para poder dar seguimiento al inventario de los materiales dispuestos en cada sector. Esto ayudará a los 10 sectores en:

- Evitar faltantes de material
- Disminución de tiempos ociosos
- Cumplir con los compromisos de ejecución de los trabajos
- Determinación del punto de pedido y orden
- Evitar tener exceso de algún tipo de material

4.1.4.1. Formato de pedido

En este formato se ingresarán los materiales aportados por la empresa y contrata para mantenimiento preventivo y correctivo.

4.1.4.2. Formato de despacho

Se aplicarán los mismos formatos de pedido, tipo kárdex, utilizando el método de inventario PEPS (primero en entrar, primero en salir). Con este método se podrá evaluar fácilmente a los últimos costos de adquisición, manteniendo una adecuada rotación de las existencias se logrará que los costos del inventario final sean cifras muy cercanas a los costos de reposición o reemplazo, por lo que esta información con cifras actuales le es de mucha utilidad a la Gerencia

En este formato se llevará el control de materiales despachados para la resolución de trabajos. Así poder llevar un mejor control y realizar cuadro de materiales.

4.1.5. Determinación de indicadores para la gestión de materiales

El control de los materiales es un proceso, importante para poder realizar los trabajos de una forma eficiente, es por ello que después de determinar el procedimiento para las actividades de mantenimiento, el espacio físico para los materiales y los formatos para llevar un control adecuado, se definirán los indicadores logísticos para poder medir la gestión que se ha implementado en la empresa.

Esto es con el fin de realizar un control óptimo y verificar resultados a un medido y largo plazo y poder realizar mediciones periódicas realizando retroalimentación del proceso, para mejorar continuamente los indicadores propuestos.

4.1.6. Indicador de calidad

Para el indicador de calidad se utilizará el indicador de nivel de calidad del material, éste revela el número y porcentaje de pedidos que no cumplen con las especificaciones de calidad y servicio definidas. Es clave contar con materiales que cumplan con las normas establecidas, ya que de esto depende el buen funcionamiento de la red y poder evitar en un futuro penalizaciones.

Figura 29. **Ficha de indicador de calidad**

FICHA TÉCNICA INDICADOR CANTIDAD DE MATERIAL		
Área responsable del indicador <input type="text"/>		
Categoría	Calidad	
Objetivo	Revelar el número y porcentajes de pedidos que no cumplen con las especificaciones de calidad y servicio definidas	
Período	Mensual	
Fórmula	Fuente	Criterios
$\frac{\text{No. de pedidos rechazados por el cliente} \times 100}{\text{Total de pedidos entregados}}$	Pedidos en el sistema	Sólo pedidos autorizados
	Formatos del pedido Formatos de despacho Constancia de entrega	Los formatos deben llenarse correctamente

Fuente: elaboración propia.

4.1.6.1. Indicador de cantidad

El indicador de cantidad de materiales ayudará a calcular de nivel de cumplimiento de la empresa para realizar la entrega de los pedidos en la fecha o períodos pactados con el cliente. Este indicador facilitará establecer compromisos de fechas de entregas reales. Logrando mejor la percepción de la empresa hacía el cliente.

Figura 30. **Ficha de indicador de cantidad**

FICHA TÉCNICA INDICADOR CANTIDAD DE MATERIAL		
Área responsable del indicador		
Categoría	Calidad	
Objetivo	Revelar el número y porcentajes de pedidos que no cumplen con las especificaciones de calidad y servicio definidas	
Periodo	Mensual	
Fórmula	Fuente	Criterios
No. de pedidos entregados completos	Pedidos en el sistema	Sólo pedidos autorizados
Total de pedidos entregados	Formatos del pedido	Los formatos deben llenarse correctamente
	Formatos de despacho	
	Constancia de entrega	

Fuente: elaboración propia.

4.1.6.2. **Indicador de tiempo**

Con este indicador se podrá controlar los errores que se presenten en la empresa y que no permiten entregar los pedidos a los clientes. Encontrar factores que obstaculicen el buen manejo del recurso y buscar erradicarlos, para evitar desviaciones en lo planificado.

Figura 31. **Ficha de indicador de tiempo**

FICHA TÉCNICA INDICADOR DE TIEMPO DE ENTREGA		
Área responsable del indicador		
Categoría	Tiempo	
Objetivo	Controlar el despacho del material a tiempo para ejecución de los trabajos	
Periodo	Mensual	
Fórmula	Fuente	Criterios
Total de pedidos no entregados a tiempo	Pedidos del sistema	Sólo pedidos autorizados
Total de pedidos despachados	Formatos del pedido	Los formatos deben llenarse correctamente
	Formatos de despacho	
	Constancia de entrega	

Fuente: elaboración propia.

4.1.7. Indicador de costos

El indicador de costos ayudará a costear el porcentaje del costo de manipular una unidad de carga en la bodega, esto ayudará a llevar un mejor seguimiento económico.

Figura 32. **Ficha de indicador de costos**

FICHA TÉCNICA INDICADOR DE COSTOS		
Área responsable del indicador <input type="text"/>		
Categoría	Tiempo	
Objetivo	Determinar el costo de manipular una unidad de la bodega	
Período	Mensual	
Fórmula	Fuente	Criterios
Costo total de distribución	Pedidos del sistema	Sólo pedidos autorizados
Unidades despachadas	Formatos del pedido	Los formatos deben llenarse correctamente
	Formatos de despacho	
	Constancia de entrega	
	Presupuesto	

Fuente: elaboración propia.

4.1.7.1. Indicador de inventario

Este indicador dará a conocer el nivel de utilización real del espacio físico y así determinar la necesidad de optimizar la capacidad instalada y mantener una rotación adecuada del material.

Figura 33. **Ficha de indicador de inventario**

FICHA TÉCNICA INDICADOR DE INVENTARIO		
Área responsable del indicador	<input type="text"/>	
Categoría	Tiempo	
Objetivo	Optimizar espacio físico según capacidad instalada	
Período	Mensual	
Fórmula	Fuente	Criterios
Capacidad real utilizada	Pedidos del sistema	Sólo pedidos autorizados
Capacidad real de la bodega	Formatos del pedido	Los formatos deben llenarse correctamente
	Formatos de despacho	
	Constancia de entrega	
	Presupuesto	

Fuente: elaboración propia.

4.2. Implementación piloto de procesos mejorados en el sector de Quetzaltenango

Al definir el procedimiento para las actividades de mantenimiento se llevó a cabo como piloto en el sector de Quetzaltenango para identificar el flujo de las actividades y responsables que interactúan en los trabajos de mantenimientos de redes en baja y media tensión.

4.3. Implementación piloto de formatos en el sector de Quetzaltenango

En este sector hay un espacio de almacenamiento donde se resguardan los materiales. Luego de determinar en qué parte del proceso se requería aprovisionamiento de materiales, se definieron los formatos que darán seguimiento a la entrada y salida de materiales y poder llevar un adecuado control del inventario en el sector.

4.4. Implementación general de procesos mejorados

Esta implementación es con el fin de homogenizar el procedimiento de los trabajos realizados en mantenimiento en los 10 sectores. Esta información queda en el departamento para el uso de los empleados de cada sector.

4.5. Implementación general de formatos

La implementación de los formatos es con el fin de tener un control en el inventario de materiales en cada sector. Los formatos quedan en el departamento para el uso de los empleados de cada sector.

4.6. Seguimiento

Es necesario continuar con un seguimiento de las mejoras propuestas, ya que ayudará a mantener una mejora continua en el proceso actual.

4.6.1. Monitoreo de los indicadores en cada sector

Ya concretados los indicadores idóneos a utilizar para efficientizar el manejo de materiales, cada sector según su demanda deberá, realizar la medición para garantizar el cumplimiento de objetivos. La finalidad es de facilitar a los administradores con responsabilidades de planeación y control, información permanente e integral sobre su desempeño, que les permita a éstos autoevaluar su gestión y tomar los correctivos del caso.

4.6.2. Evaluación de resultados de indicadores

Según las fichas técnicas establecidas para la determinación de indicadores, cada sector deberá llevar un control de estos y evaluar constantemente con el fin de determinar acciones a tomar para corregir las desviaciones que vayan presentándose. Cada sector debe de guardar los datos de los indicadores, por lo menos cinco años para poder evidenciar la tendencia de los mismos.

4.6.3. Métodos de evaluación de resultados

Tomando en cuenta los resultados obtenidos según los objetivos propuestos y la evaluación de los indicadores por cada sector, se deberá estructurar un método de evaluación apropiado para obtener mejores resultados.

Dando prioridad a aquellos indicadores que sean significativos para el manejo adecuado de materiales.

4.6.4. Criterios de evaluación de resultados

Cada sector según los resultados obtenidos en los indicadores deberá identificar puntos de mejoras dentro del proceso.

Con esto se logrará analizar cada resultado que arrojen los indicadores y lograr una interpretación que ayude a la toma de decisión.

4.6.5. Interpretación de resultados de indicadores

Como ya se han definido los indicadores que se utilizarán, se deberá definir estándares apropiados, para cada uno según las capacidades de cada sector, con el fin de ir comparando periódicamente los nuevos resultados. Esto dependerá de cada sector, ya que es variable la cantidad de material y recurso que se utiliza.

4.6.6. Acciones correctivas

Según los resultados que se den periódicamente, se determinarán acciones correctivas para mejorar el proceso, dependerá de cada sector definir las acciones correctivas.

4.6.7. Mejoras del proceso según indicadores de cada sector

Debe siempre haber una mejora continua en los procesos que se realizan en cada actividad de mantenimiento. Deberán realizar una retroalimentación eventual del procedimiento, para definir actuaciones que ayuden a mejorar la operativa y optimización de los recursos.

5. BENIFELIOS POLICRORADOS (PCB`S)

Los bifenilios policlorados son una serie de compuestos organoclorados, los cuáles se forman mediante la cloración de diferentes posiciones del bifenilo. En principio estos compuestos fueron bienvenidos debido a su alta estabilidad térmica y a su inflamabilidad, sin embargo son tóxicos para el medioambiente por lo que es necesario evaluar el impacto de estos en la empresa y proponer un plan de acción.

5.1. Propuesta para un plan de tratamiento de bifenilos policlorados

Debido a las excelentes propiedades como aislantes eléctricos que tienen los bifenilios policlorados, se identifican los puntos críticos para la manipulación de las máquinas que contengan esta sustancia principalmente los transformadores.

5.1.1. Análisis del impacto de los PCB`S al medio ambiente

Los bifenilos policlorados son sustancias químicas persistentes y bioacumulables. Los efectos sobre el ser humano y el medio ambiente son ante todo consecuencia de la exposición crónica.

5.1.1.1. PCB`S

Los PCB`S pertenecen a una clase de químicos orgánicos conocidos como hidrocarburos clorinados. Considerado un milagro químico, los PCB`S

son un producto inflamable por lo que fueron ampliamente usados en lugares donde el fuego era una amenaza.

El PCB pertenece a una familia de mezclas producidas con propósitos comerciales directamente de los bifenilos clorinados. El bifenilo policlorado comúnmente denominado (PCB) es un compuesto químico formado por cloro, carbón e hidrógeno.

5.1.1.2. Aplicaciones abiertas de los PCB`S

Antes de 1976, los PCB eran parte de la composición de muchos productos.

Algunos de sus usos fueron:

- Ceras
- Pinturas
- Tintas
- Gomas
- Papel copiante

5.1.1.3. Aplicaciones cerradas de los PCB`S

Por su alta capacidad de absorción de calor, su potencial dieléctrico y sus propiedades de resistencia a fuego se utilizan como:

- Transformadores aislados con PCB
- Condensadores
- Interruptores de energía eléctrica

- Unidades de distribución
- Aislante en unidades de distribución de muy alto voltaje

5.1.1.4. Mecanismos de dispersión de los PCB'S

De las más de 1,5 millones de toneladas de PCB producidas antes de su prohibición, se calcula que, por lo menos 120 000 se encuentran en el ambiente a nivel mundial. Los PCB pueden alcanzar al medio ambiente por varios medios:

- Agua: los PCB'S son totalmente insolubles en el agua, sin embargo pueden transportarse en ella.
- Aire: parte de la contaminación atmosférica por PCB'S y los solventes organoclorados que los acompañan se produce por el calentamiento de los equipos y envases que los contienen.
- Otros medios: pueden dispersarse mediante el uso de algunos plaguicidas que han sido manufacturados con PCB'S con la finalidad de reducir su volatilidad, lo que ha resultado en su aparición en cosechas para consumo humano y animal.

5.1.1.5. Efectos para el medio ambiente y la salud

Por el manejo inadecuado de los PCB'S, por la poca importancia debida que se les daba a los bifenilos policlorados como agente contaminante.

- Agua: el ingreso se produce por lavado de la atmósfera, arrastrado por las precipitaciones.

- Atmósfera: llega por la evaporación favorecida por altas temperaturas.
- Suelo: se acumula en la capa de humus, donde se moviliza con dificultad.
- Degradación: se produce muy poca degradación y su persistencia aumenta en relación directa con el grado de cloración.
- Sobre las plantas reducen la velocidad de división celular y la fijación de dióxido de carbono en las algas e inhiben el crecimiento en general.
- Efectos en la salud humana: estudios de casos de envenenamientos causados por absorción accidental de dosis de 800-1 000 mg de PCB/kilogramo muestran que las primeras áreas en las que aparecen los síntomas son la piel y los ojos

5.1.1.6. Propiedades físicas, químicas y eléctricas de los PCB'S

Para que un fluido dieléctrico se clasifique como tal es necesario que posea las siguientes propiedades:

- Propiedades físicas
 - Indisolubles en el agua.
 - Se presentan como líquidos más o menos viscoso, incoloro y limpio.
 - Algunos presentan un color un tanto amarillo, similar al de la miel.
 - En comparación con los aceites presentan una mayor densidad la cual varía entre 1,27 y 1,55 gramos/centímetro a 100 grados centígrados.
 - Las pérdidas por evaporación son insignificantes.
 - Alto punto de ebullición.

- Propiedades químicas
 - Actúan como disolventes de algunos productos tales como lacas, barnices, etc.
 - La descomposición de los PCB'S por el arco eléctrico no produce hidrógeno sino casi exclusivamente ácido clorhídrico, el cual no es combustible.
 - Dada su alta estabilidad química resulta sencillo detectar cualquier alteración del fluido con lo que pueden prevenirse los efectos de una avería debido a la presencia de cloruros hidrolizados y el contenido de cloro térmicamente inestable.

5.1.2. Determinación de áreas donde se utilizan PCB`S

Se puede estimar que la presencia de PCB en Guatemala para el caso de transformadores data de 1983. En el caso de los capacitores cualquier equipo norteamericano fabricado antes de 1979, o europeo fabricado antes de 1983.

Dada estas fechas claves, la Distribuidora de Servicio Eléctrico, en sus 10 sectores, tiende a ser poseedora de equipos contaminados y fabricados con PCB'S. Sin embargo, la empresa garantiza que el equipo nuevo instalado, a partir de 1999 no contiene PCB'S y que es fabricado con aceite mineral.

5.1.2.1. Pruebas para detectar la presencia de PCB`S

Hay distintos tipos de pruebas para detectar la presencia de PCB'S en un transformador o en muestras de aceite, estas pueden ser pruebas de campo o exámenes completos de laboratorio.

- Análisis simple de campo: para realizar un análisis de campo existen dos pruebas:
 - Prueba de densidad: en un recipiente de agua se debe agregar una pequeña muestra de aceite, si este se va al fondo tiene alta probabilidad de ser PCB por su alta densidad.
 - Prueba de presencia de cloro: la presencia de PCB es determinada observando el color de una flama después de encender la sustancia en un filamento de cobre, con una flama de gas. El color verde en la flama indica la presencia de PCB.

- Pruebas analíticas de laboratorio: las pruebas analíticas de laboratorio determinan las concentraciones reales y la presencia de los PCB'S en los equipos. Se requieren de equipos y materiales de ensayos específicos así como personal especializado y capacitado para su manipulación.

5.1.2.2. Lineamientos para tomar muestras

Según sea el tipo de prueba se deben seguir los siguientes lineamientos:

- Para realizar el muestreo de equipos, contenedores y desechos contaminados con PCB, y poder así determinar la presencia de éste, debe realizarlos una persona capacitada, utilizando equipo de seguridad adecuado.

- Según sea la prueba que se vaya a realizar dependerá el tamaño de la muestra de aceite a tomar de los equipos.

- Las muestras se deben colocar en frascos de vidrio libre de contaminantes que pudieran afectarla.
- Los desechos derivados de la toma de muestras deberán ser tratados como desechos sólidos contaminados con PCB'S.

5.1.2.3. Precauciones para el manejo de la muestra

Debido al daño que producen los PCB'S, se recomienda tomar las siguientes precauciones en el manejo de las muestras:

- Evitar ingreso de tierra o grasa.
- Utilizar solo frascos limpios preferentemente los proporcionados por el laboratorio.
- Inspeccionar tapas y roscas, que no estén rajados ni rotos.
- Trasladar inmediatamente el frasco al laboratorio.
- Limpiar el aceite excedente y almacenar como desecho cualquier trapo o equipo de protección que entre en contacto con el aceite.

5.1.3. Desarrollo de plan para tratamiento de PCB`S

Se han considerado detalles acerca de los problemas que puedan ocasionar los PCB'S, esto con el fin de crear un plan de gestión, para el tratamiento de PCB'S y poder evitar el mal manejo de este químico.

Es necesario tomar en cuenta aspectos relacionados en cuanto al manejo, mantenimiento, equipo, seguridad, transporte y almacenamiento, para poder lograr una correcta manipulación de este contaminante es indispensable garantizar lo siguiente:

- Conocimiento previo de las características y antecedentes del producto.
- Establecer condiciones de trabajo seguras.
- Adecuar las instalaciones y el lugar de trabajo a las tareas a desarrollar.
- Señalizar el lugar de trabajo y restringir el acceso.
- Emplear los elementos de seguridad, utensilios, vestimenta de protección personal según sea el caso, en el método de trabajo.
- Correcto almacenamiento y transporte.

Figura 34. **Plan para tratamiento de PCB**

Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A. Unidad de Mantenimiento			
Actividades	Responsable	Meta	Indicador
Cuantificar existencia de equipos, aceites, desechos y materiales contaminados con PCB	Mantenimiento Sector	Todo equipo eléctrico montado en la red	Número de registros
Realizar una evaluación de riesgo para identificar equipos con PCB	Mantenimiento Sector / Mantenimiento centralizado	Todo equipo eléctrico montado en la red	Reporte anual
Eliminar los equipos contaminados con PCB de forma ambientalmente segura.	Mantenimiento Sector / Mantenimiento centralizado	Todo equipo eléctrico montado en la red	Número de equipo en tratamiento / número de equipo contaminado
Mantener inventarios para identificar existencia de equipos, aceites, desechos y materiales contaminados con PCB	Mantenimiento Sector	Programa de manejo inadecuado de equipo con PCB	Número de equipo contaminado/Número de equipo revisado
Identificación, etiquetado de equipos eléctricos contaminados con PCB	Mantenimiento Sector	Todo equipo eléctrico desmontado en la red	Número de equipo contaminado/Número de equipo revisado
Capacitación al personal de manejo de equipo eléctrico	Mantenimiento Sector / Mantenimiento centralizado	Personal involucrado en actividades eléctricas	Número de programas de capacitación

Fuente: elaboración propia.

5.1.3.1. Manejo adecuado de desechos contaminados con PCB`S

Realizar un inventario de los equipos que contengan PCB`S, para el manejo adecuado de los desechos sólidos contaminados.

Mantener registros detallados y ordenados de las existencias de equipo contaminado, a fin de dar manejo apropiado a la información y que la misma pueda ser fácilmente actualizada.

Dar mantenimiento adecuado de equipos y contenedores con PCB`S, hasta la destrucción de los desechos y sustancias contaminantes.

5.1.3.2. Precauciones con equipo que contenga PCB`S

Para el manejo de equipos que contenga PCB`S. Se deben tomar en cuenta lo siguiente:

- Advertir al personal de los riesgos presentes en estos productos, las precauciones necesarias y las medidas a tomar en caso de accidentes.
- Evitar en la medida de lo posible, las emisiones de vapores en los talleres donde se estén reparando artefactos con PCB`S.
- Prohibir el uso de artefactos productores de llamas en presencia de PCB`S de artefactos que aumenten la temperatura en la superficie metálica a niveles altos.

- Almacenar productos y desechos en contenedores metálicos sellados y etiquetados, los cuales deberán mantenerse en instalaciones con adecuada ventilación.
- Evitar cualquier contacto de los productos con la piel o los ojos. Se deberá proporcionar al personal equipos de protección apropiados.

5.1.3.3. Medidas preventivas ambientales

Se deberá tomar en cuenta las siguientes medidas preventivas para evitar problemas ambientales y daño a la salud humana.

- Identificar claramente todos los aparatos que contengan PCB'S y PCB'S usados, debe leerse claramente: contiene PCB'S.
- Instrumentar un registro interno de actividades en las que estén involucrados PCB'S.
- Adecuar los aparatos que contengan y los lugares de almacenamiento de PCB'S y PCB'S usados e instrumentar las medidas necesarias para evitar poner en riesgo la salud de las personas y la contaminación del medio ambiente.

5.1.3.4. Sanidad y seguridad

Se debe tomar en cuenta los siguientes puntos como medias de seguridad.

- Contacto con la piel: lavarse con abundante agua corriente fría y jabón neutro. En caso de grandes áreas contaminadas bañarse con abundante agua corriente fría y jabón neutro. No se usarán solventes, detergentes o

abrasivos y eventualmente se untará la piel afectada con crema emoliente.

- Contacto con los ojos: lavar con agua corriente en abundancia, y con solución de ácido bórico al 3 por ciento o con solución de cloruro de sodio (sal común) al 1,5 por ciento.
- Inhalación: retirar a la persona afectada del lugar y hacerle respirar aire fresco. En caso de intoxicación aguda, utilizar una máscara de oxígeno.
- Ingestión: suministrar 3 mililitros de vaselina medicinal por kilogramo de peso y luego una cucharada de sulfato de sodio en 250 mililitros de agua.

En todos los casos, luego de practicados los primeros auxilios concurrir al médico.

5.1.3.5. Ventilación

Una ventilación adecuada ayudará a garantizar que no se acumule vapor o aerosol de PCB'S. En el caso de instalaciones construidas especialmente para estos fines, la ventilación puede ser parte integral del diseño. En los otros casos, o en las instalaciones temporales o centros de acopio, una buena ventilación general será suficiente, siempre y cuando la cantidad de aire que entre sea mayor que la cantidad que se extrae, para que se propicie una corriente descendiente.

5.1.3.6. Seguridad contra incendios

Los PCB'S no deben almacenarse junto a desechos inflamables, se deberá tratar como incendio tipo A o B.

5.1.3.7. Métodos de embalaje

Paso seguido de un almacenaje transitorio adecuado, vendrá un sistema de embalaje para transportar los equipos con PCB hasta el centro de destrucción (de preferencia por incineración).

5.1.3.8. Tratamientos de eliminación de PCB`S

Entre las técnicas para la eliminación de los PCB figuran las siguientes:

- Eliminación por enterrado (instalaciones con sistemas de sellos permanentes para evitar infiltraciones).
- Hidrogenación.
- Gasificación.
- Evapoincineración.
- Decloración química.
- Calentamiento por arco de plasma.
- Procesos electroquímicos basados en el nitrato de plata.
- Reducción con sodio.
- Incineración (temperaturas mayores a 1 100 grados centígrados).

5.2. Almacenamiento de equipos y desechos con PCB`S

El almacenamiento se refiere a un área asegurada en donde se dispondrán desechos sólidos y equipo con PCB`S, antes de llegar a su disposición final para su eliminación, en ese caso la vía más accesible es la incineración.

5.3. Requerimientos mínimos para áreas de almacenamiento

Las características que las áreas de almacenamiento deben de poseer son:

- Protección de la intemperie (techo y muros).
- Contención secundaria (cajas metálicas conteniendo los toneles, barriles o equipos).
- Debe estar ubicado arriba de llanura para evitar problemas con inundaciones y la contaminación de las áreas aledañas.
- Debe estar al menos a 100 metros de lugares sensibles, tales como: aguas, escuelas, hospitales, alimentos o áreas de preparación de los mismos.
- Lejos de zonas peatonales y zonas congestionadas de tránsito.
- Tener avisos de advertencia.
- Piso hermético, es decir elaborado con materiales impermeables, de preferencia sellado con dos capas de pintura epóxica, para evitar filtraciones de contaminantes al suelo inmediato.

5.4. Centros de acopio

El almacenamiento temporal no deberá ser mayor a 30 días y deberá de tener características mínimas de seguridad como:

- Protección de lluvias.
- Acceso restringido a personal calificado (acceso bajo llave).
- Inspección rutinaria.
- Piso de concreto.
- Exclusivo para almacenaje de equipos con PCB o desechos de la misma clase.

CONCLUSIONES

1. Definición de las personas que interactúan en la Unidad de Mantenimiento, para lograr definir el alcance de la unidad dentro de la organización, para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos, que exista una correcta delegación del trabajo, que haya comunicación entre unidades y se valore el personal que ocupa cada puesto.
2. Mediante la herramienta de causa-efecto se logró evaluar las causas que propician la falta de control en el manejo de materiales, donde se encontraron puntos críticos para mejoras, optimizando el proceso actual.
3. Implementación del procedimiento de las actividades de mantenimiento, para que todas las actividades se realicen de la misma forma, mejorando el control para lograr el cabal, oportuno y eficiente desarrollo de las operaciones.
4. Establecimiento de los indicadores claves que medirán tiempo, eficiencia, nivel de rotación de los materiales, con el fin de evaluar el desempeño y posibles desviaciones respecto a la planificación, esto para tomar medidas correctivas y decisiones oportunas.
5. Elaboración de la propuesta económica para la implementación de bodegas para el resguardo de materiales para cada sector, se determinó el volumen óptimo de material, así como el equipo necesario para el manejo adecuado de los mismos.

6. Capacitación al personal involucrado en las actividades de mantenimiento, estableciendo la uniformidad y lineamientos para un mejor control del manejo de materiales.

7. Diseño de un plan para el tratamiento de equipo con posible contaminación de PCB, para poder identificar, gestionar y eliminar las existencias de PCB, apuntando a reducir y gradualmente eliminar los efectos de su manejo inadecuado.

RECOMENDACIONES

1. Revisar periódicamente la estructura organizativa de la unidad, para garantizar que se cuenta con la cantidad y el personal idóneo para cada actividad.
2. Reunir a los responsables que interactúan en las actividades de mantenimiento para evaluar las fortalezas, debilidades, amenazas y posibles oportunidades de mejoras en los procesos.
3. Llevar a cabo reuniones una vez al mes con la totalidad del personal de mantenimiento, para un buen control en los procedimientos ya establecidos e ir en busca de la mejora continua.
4. Crear focos de alerta con respecto a los resultados obtenidos en cada una de las actividades de mantenimiento para monitorear el desempeño de las funciones y actividades; ya que estos proporcionan información que permitirá tomar a los directivos, decisiones con mayor fundamento y justificación
5. Realizar conteos periódicos de los materiales, revisando que tienen una rotación adecuada para mejorar la logística del manejo físico, transporte, almacenaje y localización de los materiales.
6. Capacitar al personal involucrado en las diferentes actividades de mantenimiento en la importancia de llevar a cabo los procedimientos.

7. Minimizar los riesgos del uso, almacenamiento, manipulación y transporte y eliminación de equipos contaminados con PCB.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANAYA TEJER, Julio Juan. *Logística integral: la gestión operativa de la empresa*. 3a ed. México: ESIC. 2007. 249 p.
2. CHÁVEZ VEGA, Eric. *Administración de materiales*. Mexico: EUNED, 2005. 265 p.
3. DRESSLER, Gary. *Administración de personal*. 8a ed. México: Pearson Educación, 2001. 700 p.
4. FRAINZER, Greg; GAITHER, Norman. *Administración de producción y operaciones*. 8a ed. México: Thomson Learning, 2000. 846 p.
5. GRAJEDA, Luis. *Desarrollo de sistemas de manejo de materiales* [en línea]. www.ugto.mx/figh/memorias/7.htm. [Consulta: mayo de 2012].
6. HELLRIEGEL, Don; JACKSON, Susan E.; SLOCUM John W. *Administración de empresas*. 10a ed. México: Cengage Learning, 2005. 592 p.
7. JIMÉNEZ SÁNCHEZ, José Elías. *Marco conceptual de la cadena de suministros un nuevo enfoque logístico*. Publicación Técnica # 215. ciudad Sanfandila, 2002.

8. MEYERS, Fred; STEPHEN, Matthew. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. 3a ed. Ciudad de México: Pearson Educación, 2006. 528 p.
9. PÉREZ, Juan F; CARBALLO, Vega. *Control de la gestión empresarial*. 6a ed. México: ESIC, 2008. 383 p.
10. SALGUEIRO, Amado. *Indicadores de gestión y cuadros de mando*. Madrid: Díaz de Santos, 2001. 94 p.
11. SANTIAGO GRAMAJO, Ingrid Fabiola. *Control de manejo de inventarios de una importadora de materiales eléctricos y de telecomunicaciones*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 126 p.
12. STONER, James A.; FREEMAN, Edward; GILBERT, Daniel. *Administración*. 2a ed. México: Pearson Educación, 2008. 688 p.

ANEXO

Anexo 1. Códigos de materiales según sistema corporativo de aprovisionamiento de materiales

No.	CÓDIGO SGA	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL
HERRAJES		
1	434188	Abrazadera montaje 3 transformadores 6p a 10Fe 3p x 3/16
2	434189	Abrazadera montaje 2 transformadores 6p a 10
3	434389	Abrazadera montaje transformador especial
4	434390	Abrazadera Fe 3p x 3/16 de 8p a 14p
5	434391	Abrazadera Fe 6p a 8p doble vía
6	442123	Amortiguador fargo 4R acsr 2 1/0 2/0
7	442124	Amortiguador fargo 4R acsr 2 3/0 4/0
8	329189	Ancla expansión 8 lenguetas 4500 kg
9	434190	Ancla expansiva 115 p para varilla 5/8 p
11	437948	Ancla expansiva 70.2 p
10	442045	Ancla de polipropileno 115 pulgadas
12	691357	ANCLA POLIPROPILENO 115" PARA VARILLA 3/4"
13	446180	ANCLA TITAN 99-000-135
14	434148	Arandela hg 2 1/4 p x 2 1/4p x 3/16p agujero 11
15	434327	Arandela hg cuadrada de 1/2p
16	434328	Arandela hg cuadra de 5/8 agujero 11/16 p
17	434329	Arandela hg 3/4 p
18	437953	Arandela hg 3 p x 3p x 1/4 p agujero 13/16 p
19	437958	Arandela 2. 1/4 con agujero 11/16 para perno de 1/2 p
20	437960	Arandela de agujero 5/8p x 2 1/4p x 3/16p
21	437964	Arandela hg 1/2 p redonda 9/16p
22	438975	Bastidor 3 campos servicio liviano
23	434195	Bastidor hg 3 aisladores carrete 2 1/4p
24	434429	Bayoneta 2 1/2 p x 2 1/2 p x 1/4p x 48p tangente
25	438002	Bayoneta Hg 2 p x 2p 1/4 p x 36p tangente
26	438055	Breyza de hierro 1/4 p x 1/4 p x 28p
27	438057	Breyza Hg 1 7/32p x 7/32p x 24 p
28	438152	Cinta de aluminio protectora 1.27 mm x 7.62 mm
29	438153	Cinta de aluminio protectora 1.32 p x 1/4p
30	438280	Contratuerca de pestaña p/perno de 1/2p

Continuación del anexo.

31	442050	Contratuerca p/perno diam. 3/4
32	434146	Contratuerca hg perno 5/8 p/diámetro
33	434150	Espiga punta de poste 24 p diam rosca 1 3/8 p
34	434341	Espiga cruceta de madera 14 p largo pin 7 p
35	438398	Espiga punta de poste 2 p agujero 5/8 p p/34.5
36	438403	Espiga para crucero de hierro p/34.5
37	438407	Espiga tipo pin p/34.5 kv
38	438417	Espiga p/crucero cabeza plomo de 1 p p/13.8
39	438419	Espiga p/crucero de madera 3/4 p x 17p p/34.5
40	438420	Espiga p/crucero de madera 5/8 p x 10 3/4 p/13.5
41	330930	Estribo para aislador de carrete
42	434387	Estribo conector linea viva
43	438428	Estribo para conector fargo 1 4/0
44	434421	Gancho HG ojo clevis
45	434422	Gancho HG bola socket
46	438548	Gancho de anclaje tipo clevis 2500 lbs.
47	434410	Grapa HG remate 0.22p a 0.55p 18,000 lb 3 pernos
48	434411	Grapa HG remate 0.37p a 0.63p 20,000 lb 4 pernos
49	434419	Grapa HG remate tipo pistola 2 lañas
50	438564	Grapas de aluminio p/remate de 2 lañas
51	438567	Grapa de remate para una laña
52	442116	Grapa HG p/remate 0.18p -0.46p 15 k lb.
53	446018	Grapa de remate 3 lañas
54	434173	Protector preformado corto 1/0 awg 6/1
55	434212	Protector de madera para cable de tierra
56	434359	Protector preformado largo 3/0 awg 6/1
57	434383	Protector preformado corto 3/0 awg 6/1
58	450949	GRAPA AMARRE ALUMINIO COND. AWG 1/0 (RAVEN)
59	434187	Hebilla acero inoxidable para cinta 3/8 p
60	438600	Hebilla para cinta bandit
61	704164	HEBILLA PARA FLEJE DE SUJECIÓN
62	434176	Puntal cruceta 1 3/4p x 1 3/4p x 3/16p 5p long.
63	434178	Puntal pletina 1 7/32p x 7/32p x 28p largo
64	434179	Puntal doble 1 1/2p x 1 1/2p x 3/16p
65	434180	Puntal doble 1 1/2p x 1 1/2p x 3/16p
66	435737	Puntal pletina 1 7/32p x 7/32p x 26p largo
67	438962	Puntal doble 1 1/2p 1 1/2p x 3x16p
68	438965	Puntal angular acero galv. De 1 3/4p x3/16p x 6
69	438967	Puntal angular de 1 1/2p x1 1/2 x 65 p
70	438968	Puntales de hierro angular 3/16p x 1 3/4 x 60p
71	438971	Puntales de pletina de 7/32p x24p

Continuación del anexo.

72	434153	Remate pref. 25p largo cable 1/4
73	434154	Remate pref. 35p largo cable 3/8
74	434157	Remate pref. 26p largo cable 6/1
75	434158	Remate pref. 32p largo cable 6/1
76	439000	Remate preformado No. 4
77	439008	Remate preformado Para cable No. 2
78	439009	Remate preformado Para cable No. 6
79	439042	Soporte no aislado
80	442075	Soporte hierro galv. Cable de guarda
81	450701	Soporte seccionador fusible en poste
82	458557	Soporte seccionador fusible en cruceta de madera
83	551556	Soporte seccionador fusible en cruceta angular
84	439164	Tubo BX LT de 1 p
85	439224	Tuerca de ojo loco de 5/8 p
86	439226	Tuerca de ojo rosca ordinaria 3/4 p
87	439237	Tuerca galvanizada para tornillo de 5/8p
88	434143	Tuerca HG ojo perno 5/8p
89	439256	Varilla para tierra hg 5/8p x 8p
90	442125	Varilla para tierra 5/8p x10p estándar
91	434181	Varilla para tierra de cobre 5/8p x8 p estándar
92	434182	Varilla hg anclaje sencilla 5/8p x 7
93	434184	Varilla hg anclaje doble 5/8p x 7
94	434186	Cinta acero al carbon galv. 3/8p x 0.025p
95	434222	Extensión octogonal punta poste
96	446004	Fijador d angulo 5/8
97	434207	Guardacabo acero galv. P/cable 3/8
98	438905	Piezas de hierro de 1 1/2 x 3p x 17p
 AISLADORES 		
99	110003	Aislador porcelana Ansi 55-4 p/13.2 espiga
100	110006	Aislador porcelana Ansi 56-3 p/34.5 espiga
101	110040	Aislador porcelana Ansi 53-2 color café
102	110073	Aislador porcelana Ansi 52-9 suspensión p/13.2 kv.
103	434075	Aislador porcelana Ansi 52-4 suspensión p/34.5 kv.
104	436991	Aislador porcelana tipo poste 13.2 kv (Ansi 57-1)
105	436992	Aislador porcelana tipo poste 34.5 kv (Ansi 57-3)
106	437805	AISLADOR PORCELANA TIPO CARRETE (ANSI 53-2 C29.3)
107	437898	Aislador para tensión 4 p
108	441249	AISLADOR COMPOSITE TIPO SUSPENSION 13,2 KV
109	441250	AISLADOR COMPOSITE TIPO SUSPENSION 34,5 KV
110	442121	Aislador suspensión CI 52-3 Ansi Socket 15 k Lb

Continuación del anexo.

111	442122	Aislador suspensión CI 52-5 Ansi Socket 25 k Lb
112	446022	Aislador porcelana Ansi 53-2 color blanco
CONDUCTORES		
113	434257	Alambre de cobre forrado NO. 12 varios colores
114	437915	Alambre conductor 2 x 14 biplástico
115	437916	Alambre conductor No. 10 awg tw cobre solido
116	437919	Alambre aluminio amarre No. 6
117	434435	Cable de acero galvanizado p/retención de 3/8
118	438078	Cable nylon polipropileno 1/2 p
119	438079	Cable nylon polipropileno 3/4 p
120	438081	Cable conductor aluminio 3/0 AWG sin alma de acero
121	438082	Cable cobre desnudo No. 1/0 AWG
122	438085	Cable Hg 1/4 p
123	438094	Cable iris No. 2
124	330480	Conductor aluminio acero acsr 477 (hawk)
125	434086	Conductor acsr No. 2 tipo alcan sparrow
126	434088	Conductor acsr 3/0 tipo alcan pigeon
127	434098	Conductor tsj 4 x 12 awg aislamiento de pvc
128	434263	Conductor triplex No. 1/0
129	434265	Conductor cuádruplex 1/0 awg
130	434267	Conductor 1/0 awg al. 600 v 37 kva
131	434271	Conductor de cobre 1/0 awg 7 hilos
132	434470	Conductor de cobre desnudo 7 hilos No. 2 awg
133	434471	Conductor cobre desnudo 2/0 awg
134	436978	Conductor aluminio acero acsr 1/0 raven
135	436990	Conductor aluminio acero acsr 266 (Partridge)
136	446103	Conductor triplex No. 4
137	446266	Conductor acar No. 1/0 awg (6201)
138	446267	Conductor acar No. 3/0 awg (6201)
139	446626	Conductor acar No. 2 awg (6201)
140	447705	Conductor de aluminio forrado 3/0 para 600 v
141	447706	Conductor acar (6201) calibre 250 mcm
142	458523	Conductor trenzado triplex No. 2
143	458524	Conductor trenzado triplex 1/0
144	458525	COND. TRENZADO TRIPLEX 4/0AAC-4/0AAAC
145	458526	Conductor trenzado cuádruplex
146	458527	COND. TRENZADO CUADRUPLEX 336,4AAC-4/0ACSR
147	520318	Conductor trenzado duplex 6
148	520319	Conductor trenzado triplex 6
149	525748	Conductor aluminio acero acsr 4/0 (penguin)

Continuación del anexo.

150	528892	conductor concentrico 3xn: 4 cobre
151	691347	ML. CONDUCTOR TRENZADO CUADRUPLEX 600V 1/0 AAC- 1/0 AAAC
PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO		
152	434249	Cortacircuito de 15 kva 100 amps.
153	438316	Cortacircuito de 27 kva p/34 kv 100 amps.
154	441202	Pararrayo 10 kva 100 amperios
155	441203	Pararrayo 27 Kva 100 amperios
156	438814	Pararrayo de 9/10 p/13.2 (subestacion)
157	438815	Pararrayo de 9/10 p/34.5 (subestacion)
158	446589	Seccionador monopolar 19.6 amps.
159	446590	Seccionador monopolar 7.6 amps.
160	458531	Tubo portafusible expulsion 36 kv
161	458533	Tubo portafusible expulsion 15 kv
162	458528	Base cortacircuitos fusible 15 kv 200 amp
163	458529	Base cortacircuitos fusible 36 kv 200 amp
164	437978	Bail clamp p/conductor del No. 4 al 3/0
165	437980	Bail clamp p/conductor del No. 2 al 1/0
166	447459	Carga ampac blanca
167	447460	Carga ampac roja
168	329459	Conector de compresión neutro 2 al a 4 cu
169	434164	Conector de compresión universal 1 1/2 p largo p/No. 3 a 1/0 awg
170	434364	Conector de compresión universal cable 3/0
171	434365	Conector de compresión universal cable 1/2
172	437597	CONECTOR CU?A A PRESION 477 MCM - 266 MCM
173	437603	CONECTOR CU?A A PRESION CON ESTRIBO 1/0 AWG
174	438217	Conector de compresión de aluminio 1/0 a 2/0p
175	438218	Conector fargo 1/0 a 4/0
176	438225	conector recto LT 1 p
177	438226	Conector curvo Lt 1 p
178	438228	Conector BX LT recto de 1p
179	438231	Conector de compresión ACSR p/cable 1/0
180	438234	Conector de compresión completa p/cabe No. 2
181	438248	Conector fargo 1/0
182	442093	Conector fargo 3/0 a 1/0
183	446055	Conector de compresión 1/3 a 1/0 derivación
184	446056	Conector de compresión 3/0 a 1/4 derivación
185	446057	Conector de compresión 1/0 a 1/4 derivación
186	446060	Conector tipo C p/conductor 4-2
187	446061	Conector tipo C p/conductor 6-2
188	446191	conector de compresión universal cable acerado 3/8 a cobre No. 2

Continuación del anexo

189	447461	conector ampact T compacto de cuña cable 2 a cable 2
190	447463	conector ampact de cuña 4/0 a No. 2 awg
191	447471	Conector T de tornillo 266 a 266 MCM de aluminio para SE
192	454857	CONECTOR AMOVIBLE PARA ESTRIBO
193	525791	CONECTOR CU?A A PRESION 4/0 - 4/0 AWG
194	525792	CONECTOR CU?A A PRESION 4/0 - 1/0 AWG
195	525797	CONECTOR CU?A A PRESION CON ESTRIBO 4/0 AWG
196	526668	conector ampact de cuña 2 awg a No. 2 awg
197	709901	Conector de perforación No. 2 , 6 y 8
198	437596	CONECTOR CU?A A PRESION 1/0 - 1/0 AWG
199	525789	Conector cuña a presion de 477mcm a 4/0
200	437594	Conector cuña a presion de 477mcm a 477mcm
201	434350	Empalme preformado largo No. 2 awg 6/1
202	434351	Empalme preformado largo No. 1/0 awg 6/1
203	444352	Empalme preformado largo No. 3/0 awg 6/1
204	434353	Empalme preformado corto No. 4 awg 6/1
205	438379	Empalme preformado 4 acsr
206	434196	Mordaza o conector bronce 5/8 para varilla de tierra
207	434403	Mordaza bronce 1 p para varilla tierra
208	434404	Mordaza acero galvanizado 5/8 p/cable No. 2
209	438786	Mordaza para retenida de 5/8
210	446669	Terminal de compresión aluminio 300 kcmil
211	447472	Terminal paleta nema 2 a a cable 2
212	448066	Terminal bimetálico cond 3/0
213	448067	Terminal bimetálico cond #2
214	552900	Terminal bimetálico cond 1/0
215	552901	Terminal bimetálico cond 4/0
216	448041	Carga ampac azul
CRUCETA		
217	438324	Crucero de madera de 12p
218	438327	Crucero de madera de 2 1/2 x 3 1/2 x 3p
219	438329	Crucero de madera de 6p
220	438330	Crucero de madera de 8p
221	442041	Cruceta de acero galv. 10000x152x50x6 mm.
222	442042	Cruceta de acero galv. 8400x152x50x6 mm.
223	551265	Cruceta angular metálica 1400 mm.
224	551266	Cruceta angular metálica 1800 mm.
225	551267	Cruceta angular metálica 2400 mm.
226	690290	CRUCETA ANGULAR METÁLICA 3 000 mm
227	447358	Cruceta angular metálica AG 2400mm (voladizo)

Continuación del anexo.

FUSIBLES		
228	434107	Fusible 1 Amp. Clase T (26 p de longitud)
229	434118	Fusible 0.4 Amp. Clase slofast
230	434121	Fusible 1.6 Amp. Clase slofast
231	434122	Fusible 2.1 Amp. Clase slofast
232	434123	Fusible 3.5 Amp. Clase slofast
233	434303	Fusible 0.7 Amp. Clase slofast
234	434307	Fusible 4.2 Amp. Clase slofast
235	434312	Fusible 5.2 Amp. Clase slofast
236	438507	Fusible tipo K de 1 amps.
237	438508	Fusible tipo K de 10 amps.
238	438509	Fusible tipo K de 100 amps.
239	438510	Fusible tipo K de 12 amps.
240	438512	Fusible tipo K de 15 amps.
241	438513	Fusible tipo K de 2 amps.
242	438514	Fusible tipo K de 20 amps.
243	438516	Fusible tipo K de 25 amps.
244	438517	Fusible tipo K de 3 amps.
245	438518	Fusible tipo K de 30 amps.
246	438522	Fusible tipo K de 50 amps.
247	438523	Fusible tipo K de 6 amps.
248	438525	Fusible tipo K de 65 amps.
249	438526	Fusible tipo K de 8 amps.
250	438527	Fusible tipo K de 80 amps.
251	438530	Fusible 1 Amp. Clase slofast
252	438535	Fusible 10.4 Amp. Clase slofast
253	438538	Fusible 3.1 Amp. Clase slofast
254	438542	Fusible 6.3 Amp. Clase slofast
255	438543	Fusible 7.0 Amp. Clase slofast
256	438544	Fusible 1.3 Amp. Clase slofast
257	458535	Fusible tipo K de 40 amps.
PERNOS Y TORNILLOS		
258	329260	Perno máquina Hg 5/8 x 14 rosca de 6 p
259	434127	Perno carruaje acero galv. De 3/8 x 5p rosca de 3 p
260	434129	Perno carruaje acero galv. De 1/2 x 6p rosca de 3 p
261	434131	Perno de maquina acero galv. 1/2 p. X 10 rosca 6 p
262	434132	Perno de maquina acero galv. 5/8p. X 6p rosca 3 p
263	434133	Perno de maquina acero galv. 5/8p. X 10 rosca 6 p
264	434134	Perno de maquina acero galv. 5/8p. X 12p rosca 6 p
265	434135	Perno de maquina acero galv. 5/8p. X 14p rosca 6 p

Continuación del anexo.

266	434136	Perno ojo de acero galv. 5/8 x 10p rosca de 4 pulgadas
267	434137	Perno ojo de acero galv. 5/8 x 12p rosca de 4 pulgadas
268	434138	Perno rosca corrida 1/2 p x 12p con 4 tuercas
269	434140	Perno rosca corrida 5/8 p x 14p con 4 tuercas
270	434141	Perno rosca corrida 5/8 p x 18p con 4 tuercas
271	434317	Perno máquina Hg 1/2 x 12p rosca de 6 pulgadas
272	434320	Perno rosca corrida 3/4 p x 18p con 4 tuercas
273	434321	Perno de rosca corrida 3/4 x 16 p
274	438832	Perno de doble rosca o rosca corrida de 1/2p
275	438833	Pernode maquina de 1/2p x 6p
276	438863	Perno galv. De máquina de 3/8 x 6p
277	438866	Perno galv. Guardacabo con ojo angular 5/8 x 1
278	438874	Perno HG tipo carruaje de 1/2 p x 2. 1/2 p.
279	438881	Perno rosca corrida 3/4 p x 22p
280	438882	Perno rosca corrida 5/8 p x 10p
281	438883	Perno rosca corrida HG 5/8 p x 12p
282	438884	Perno rosca corrida HG 5/8 p x 22p
283	438891	Perno tipo maquina de 5/8 p x 2 1/2 p
284	442053	Perno de maquina hg 3/4p x 14p ASTM-36
285	447475	Tornillo de 1/2" x 2" completo de aluminio
POSTES		
286	150002	Poste de madera 9 mts. Clase 5
287	150003	Poste de madera 10.67 mts. Clase 4
288	205942	Poste hormigon tubular hvh 1000 18 Mts.
289	205944	Poste hormigon tubular hvh 2000 18 Mts.
290	205946	Poste de concreto 18 mts. Clase 3000 Lbs.
291	447156	Perno rosca corrida 3/4 p x 26p
292	434100	Poste de concreto 6 mts. Clase 341 Lbs.
293	434103	Poste de madera 10.67 mts. Clase 5
294	434104	Poste de madera 12 mts. Clase 3
295	434105	Poste de madera 12 mts. Clase 4
296	434106	Poste de madera 12 mts. Clase 5
297	434480	Poste de concreto 16 mts. Clase 1000 Lbs.
298	436580	Poste de madera 50 metros
299	436932	Poste de concreto 6 mts.300 DAN
300	436937	Poste de concreto 9 mts.300 DAN
301	436938	Poste de concreto 10.5 mts.300 DAN
302	436956	Poste de concreto 10.5 mts.500 DAN
303	436957	Poste de concreto 12 mts.500 DAN
304	436958	Poste de concreto 14 mts.500 DAN
305	436959	Poste de concreto 12 mts.800 DAN

Continuación del anexo.

306	436960	Poste de concreto 14 mts.800 DAN
307	446094	POSTE CONCRETO 24 MTS CL 2000 SECCIONADO
308	446096	POSTE CONCRETO 18,00 MTS, CLASE 6000 (PER)
309	446183	Poste de concreto 16 mts. Clase 2000 Lbs.
310	446624	Poste de madera 6 mts. Clase 5
311	447018	Poste de concreto 18 mts. Clase 4000 Lbs.
312	447107	POSTE DE CONCRETO 18 MTS CLASE 5000
313	447072	Poste de madera de 18 mts. Clase 4
314	447234	Poste de madera de 45 p clase 5
315	447535	Poste de concreto 12 mts. Clase 2000 Lbs.
316	447536	Poste de concreto 12 mts. Clase 2500 Lbs.
317	447537	Poste de concreto 16 mts. Clase 3000 Lbs.
318	450959	POSTE DE MADERA 9 M CLASE 5
319	450960	Poste de madera de 10.5 mts. Clase 5
320	450961	POSTE DE MADERA 10,5 M CLASE 3
321	450962	Poste de madera de 12 mts. Clase 3
322	450964	Poste de madera de 14 mts. Clase 3
323	531666	Poste de concreto 9 mts.500 DAN
324	683324	POSTE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO 800daN 10,5
325	715700	POSTE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO 300daN 12 m
TRANSFORMADORES		
326	441208	Transformador monof. Tipo poste 10kva p/13.2 Kv.
327	441209	Transformador monof. Tipo poste 25kva p/13.2 Kv.
328	441210	Transformador monof. Tipo poste 50 kva p/13.2 Kv.
329	441211	Transformador monof. Tipo poste 75 kva p/13.2 Kv.
330	441212	Transformador monof. Tipo poste 10kva p/34.5 Kv.
331	441213	Transformador monof. Tipo poste 25 kva p/34.5 Kv.
332	441214	Transformador monof. Tipo poste 50 kva p/34.5 Kv.
333	441215	Transformador monof. Tipo poste 75 kva p/34.5 Kv.
334	439131	Transformador de corriente 200 Kv. P/34.5 kv.
335	439132	Transformador de corriente interp. 110 KV 25/50.5
336	439142	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA 13.8 KV.
337	439145	Transformadores de Corriente P/Intemperie 2000Kv.
338	439146	Transformadores de corriente relacion 20/5
339	439147	Transformadores de corriente Sangamo t/dona
340	446058	TRANSFORMADOR CORRIENTE 110KV P/13,2 KV
341	446069	TRANSFORMADOR VOZ-11 7620:120 110KV
342	446070	TRANSFORMADOR VOHD-200 34.5KV 200KV
343	446071	TRANSFORMADOR KOR-11 25:5 15KV
344	446072	TRANSFORMADOR KOR-20 20:5 34.5KV
345	446073	TRANSFORMADOR CMF 300:5 3p DIA WINDOW 06KV 10KV

Continuación del anexo

346	446074	TRANSFORMADOR CMF 600:5 3p
347	446075	TRANSFORMADOR CMF 400:5 STD LOW BASE
348	446083	TRANSFORMADOR KOR-11 50:5 VOLTAJE 15KV 110-KV
349	447037	TRAFO DE CORRIENTE RELACION 200:5 P/13.2 KV
350	447040	TRAFO DE VOLTAJE R/63.1 P/13.2 KV
351	447347	TRANSFORMADOR CORRIENTE 100:5 PARA 34.5KV
352	439129	Transformador convencional 25kVA p 13.8kV/240-480V
353	446177	Transformador convencional 25kVA p 34.5kV/240-480V
354	448180	Transformador convencional 50kVA p 13.8kV/240-480V
355	447351	Transformador convencional 50kVA p 34.5kV/240-480V
356	439124	Trafos. De Corriente Rel.200 Pres.0.03 P/13.8KV.
357	439125	Trafos. De Voltaje Rel.60.1 Pres.0.03 P/13.8KV.
358	333092	Aceite dieléctrico para transformador

Fuente: Distribuidora de Servicio Eléctrico S.A.