



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

**PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS  
CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DE BAJA Y MEDIA  
TENSIÓN, EMPLEANDO ECONOMÍA CIRCULAR CON EL APROVECHAMIENTO DE  
RECICLAJE EN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

**Rigo Alberto José Tobar Guerra**

Asesorado por el Ing. Cristian Eduardo Girón Castillo

Guatemala, julio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS  
CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICA DE BAJA Y MEDIA  
TENSIÓN, EMPLEANDO ECONOMÍA CIRCULAR CON EL APROVECHAMIENTO DE  
RECICLAJE EN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**RIGO ALBERTO JOSÉ TOBAR GUERRA**  
ASESORADO POR EL ING. CRISTIAN EDUARDO GIRÓN CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
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:

**PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS  
CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DE BAJA Y MEDIA  
TENSIÓN, EMPLEANDO ECONOMÍA CIRCULAR CON EL APROVECHAMIENTO DE  
RECICLAJE EN EQUIPOS Y HERRAMIENTA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha octubre de 2021.

**Rigo Alberto José Tobar Guerra**


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas.  
Director de Escuela de Mecánica Industrial.  
Facultad de Ingeniería.  
U.S.A.C.  
Presente.

Por este medio, hago constar que yo, el Ingeniero Industrial Cristian Eduardo Girón Castillo, con colegiado número 10,380 doy como **aceptado y concluido** el desarrollo del tema de investigación de tesis del estudiante Rigo Alberto José Tobar Guerra con carné 200611598, de la carrera Ingeniería Industrial, la cual se apega a las siguientes especificaciones.

Línea de Investigación: administración.

Tema desarrollado: **PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN, EMPLEANDO ECONOMÍA CIRCULAR CON EL APROVECHAMIENTO DE RECICLAJE EN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.**

Atentamente.

  
Cristian Eduardo Girón Castillo  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 10,380

**Ingeniero Cristian Eduardo Girón Castillo.**

**Colegiado número 10,380.**

**Guatemala 25 de febrero de 2022**





ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.035.022

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN, EMPLEANDO ECONOMÍA CIRCULAR CON EL APROVECHAMIENTO DE RECICLAJE EN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**, presentado por el estudiante universitario **Rigo Alberto José Tobar Guerra**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

*Guillermo Federico Mijangos Martínez*  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 15882

Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2022.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LNG.DIRECTOR.140.EMI.2022

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 Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN, EMPLEANDO ECONOMÍA CIRCULAR CON EL APROVECHAMIENTO DE RECICLAJE EN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**, presentado por: **Rigo Alberto José Tobar Guerra**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272  
Periodo: Junio a septiembre año 2022

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

Guatemala, julio de 2022.

LNG.DECANATO.OI.479.2022

La Decana 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: **PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN, EMPLEANDO ECONOMÍA CIRCULAR CON EL APROVECHAMIENTO DE RECICLAJE EN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**, presentado por: **Rigo Alberto José Tobar Guerra**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, julio de 2022

AACE/gaoc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y sabiduría para poder alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	Su esfuerzo, su amor, su guía y su apoyo incondicional, son una inspiración para alcanzar mis metas.
<b>Mi esposa</b>	Tu ayuda ha sido fundamental en mi vida y en mi carrera, eres un soporte, una inspiración y un apoyo en mí vida.
<b>Mi hija</b>	Ana Tobar, por llenar de alegría mi vida, tú eres mi inspiración y mi fortaleza, tu sonrisa es la que ilumina mi mundo y por ti es que quiero ser mejor cada día.
<b>Mis abuelos</b>	Por su amor, su apoyo y sus consejos para mantenerme por el buen camino de la vida.
<b>Familia Guerra</b>	Por su cariño, apoyo y motivación para ser mejor cada día.
<b>Familia Rojas</b>	Por ser un apoyo importante en mi vida y por su cariño incondicional.

**Familia Tobar**

Por su apoyo incondicional durante mi carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	<i>Alma Mater</i> , mi segundo hogar y gran fuente de inspiración.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por los conocimientos adquiridos a lo largo de mis estudios universitarios.
<b>Mis compañeros</b>	Por ser incondicionales y un soporte de estudio.
<b>Mi asesor</b>	Por motivarme a graduarme.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Ubicación.....	3
1.1.2. Historia .....	3
1.1.3. Misión .....	5
1.1.4. Visión.....	5
1.1.5. Valores .....	5
1.1.6. Organización.....	6
1.1.6.1. Organigrama.....	7
1.1.6.2. Descripción de puestos .....	8
1.1.7. Antecedentes generales de la empresa .....	13
1.1.8. Tipo de servicio.....	15
1.2. Desechos.....	15
1.2.1. Definición.....	16
1.2.2. Características técnicas.....	16
1.2.3. Tipos de desechos.....	17
1.2.3.1. Desechos eléctricos comunes .....	18
1.2.3.2. Desechos eléctricos sin aislante.....	18

	1.2.3.3.	Equipos eléctricos con bifenilos policlorados .....	18
	1.2.3.4.	Transformadores para media tensión...	19
1.3.		Conexión eléctrica.....	19
	1.3.1.	Conexiones de baja tensión .....	21
	1.3.2.	Conexiones de media tensión .....	22
1.4.		Economía circular.....	23
	1.4.1.	Lineamientos .....	25
	1.4.2.	Tipos de economía circular .....	26
1.5.		Reciclaje.....	28
	1.5.1.	Características .....	28
	1.5.2.	Tipos de reciclaje .....	30
	1.5.2.1.	Plásticos, latas y <i>briks</i> .....	34
	1.5.2.2.	Papel y cartón .....	35
	1.5.2.3.	Vidrio .....	35
	1.5.2.4.	Restos de alimentos.....	36
	1.5.2.5.	Objetos no reciclables .....	37
1.6.		Ámbito legal .....	37
	1.6.1.	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social .....	38
	1.6.2.	Disposiciones generales según el MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales) .....	38
	1.6.3.	Prevención en el trabajo conforme normas y reglamentos de contingencia por COVID-19.....	39
	1.6.4.	Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) .....	39
1.7.		Municipalidad de Asunción Mita.....	41
	1.7.1.	Permisos y autorizaciones municipales.....	42
2.		SITUACION ACTUAL .....	45
2.1.		Departamento de Proyectos.....	45

2.1.1.	Análisis de ejecución .....	49
2.1.1.1.	Geografía para proyectos .....	48
2.2.	Planeación de proyectos de baja tensión y media tensión .....	48
2.2.1.	Estudios económicos .....	52
2.2.2.	Coordinación de proyectos .....	53
2.2.3.	Logística de recolección de residuos .....	54
2.3.	Mercadeo .....	54
2.3.1.	Tipos de servicios .....	55
2.3.2.	Tipos de proyectos .....	55
2.4.	Tipos de servicios según la demanda .....	56
2.4.1.	Área rural o departamentos .....	57
2.5.	Departamento de Seguridad e Higiene Industrial .....	57
2.5.1.	Salud y seguridad ocupacional .....	58
2.5.2.	Equipo de protección personal .....	62
2.5.3.	Riesgos laborales .....	63
2.5.3.1.	Eléctricos .....	64
2.5.3.1.1.	Baja tensión .....	65
2.5.3.1.2.	Media tensión .....	65
2.5.3.2.	Trabajo en alturas .....	65
2.6.	Departamento de Administración .....	66
2.6.1.	Disposiciones finales de los desechos eléctricos ...	67
2.6.2.	Disposiciones finales de los materiales eléctricos ..	67
2.6.3.	Área de Basura y Contenedores .....	68
2.6.4.	Personal de limpieza .....	69
2.7.	Vehículos .....	69
2.7.1.	Tipo de vehículos .....	71
2.7.2.	Tipo de servicios .....	71
2.7.3.	Manejo de desechos de servicios .....	71

3.	PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN.....	73
3.1.	Departamento de Proyectos.....	73
3.1.1.	Gerente de departamento .....	75
3.1.2.	Jefe de área .....	76
3.1.3.	Supervisores .....	77
3.2.	Planificación de recolección por tipo de proyectos ejecutados.....	78
3.2.1.	Acciones de recolección en conexiones de baja tensión.....	80
3.2.2.	Acciones de recolección en conexiones de media tensión.....	79
3.2.3.	Diseño de recipientes para desechos contaminantes.....	82
3.2.4.	Diseño de recipientes para desechos reutilizables .....	84
3.3.	Adecuación y distribución de recipientes en los vehículos.....	85
3.3.1.	Planificación de actividades asignadas hacia los colaboradores.....	86
3.3.2.	Manejo responsable de los desechos .....	87
3.4.	Recolección y separación de los desechos para reciclaje .....	88
3.4.1.	Reciclaje de materiales en proyectos.....	89
3.4.2.	Reciclaje de materiales para la venta.....	90
3.5.	Incorporación de una economía circular .....	92
3.5.1.	Aprovechamiento de desechos para proyectos de baja tensión .....	93

3.5.2.	Aprovechamiento de desechos para proyectos de media tensión .....	93
3.5.3.	Aprovechamiento de desechos en conexiones eléctricas domiciliarias.....	94
3.5.4.	Manejo responsable de los desechos en los proyectos .....	94
3.6.	Área asignada para la disposición final de los desechos .....	95
3.6.1.	Área asignada en las instalaciones .....	96
3.6.2.	Tareas de prevención de errores comunes .....	97
3.6.3.	Protocolo para el manejo responsable de los desechos químicos.....	98
3.6.4.	Protocolo para el manejo responsable de los residuos sólidos.....	99
3.6.4.1.	Tipo de prueba para determinar, equipos desmontados con bifenilos policrolados.....	100
3.6.4.2.	Pruebas a equipos con sospecha de bifenilos policrolados .....	102
3.6.5.	Residuos en nuevos proyectos sostenibles .....	102
3.7.	Departamento de Mantenimiento o área de Mantenimiento..	103
3.7.1.	Taller mecánico .....	103
3.7.2.	Recurso humano .....	104
3.7.3.	Manejo responsable de sus residuos .....	104
3.7.4.	Actividades diarias para la recolección de sus residuos .....	105
3.8.	Capacitaciones.....	106
3.8.1.	Definición de capacitaciones a realizar.....	107
3.8.2.	Capacitación para personal administrativo .....	108
3.8.3.	Capacitación para los trabajadores de campo.....	109



4.	EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA .....	111
4.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	111
4.1.1.	Guía técnica del manejo de equipos eléctricos .....	112
4.1.2.	Embalaje de transformadores y residuos eléctricos .....	113
4.1.3.	Vehículos y mecanismos para el transporte.....	116
4.1.4.	Planes de limpieza para diversos escenarios.....	118
4.2.	Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución .....	120
4.2.1.	Control y protección .....	127
4.2.2.	Tipo de material.....	128
4.2.3.	Arreglo e identificación .....	129
4.2.4.	Sala de baterías y sus generalidades .....	129
4.2.5.	Listado de errores comunes .....	131
4.2.6.	Acciones preventivas .....	132
4.3.	Diseño de recipientes bajo normas y estándares internacionales .....	133
4.3.1.	El diseño eficiente con trinquete de aseguramiento.....	134
4.3.2.	Capacidad de almacenaje según el desempeño esperado .....	135
4.3.3.	Monitoreo y supervisión de los recipientes.....	136
4.4.	Factores de riesgo que afectan el mal manejo de los desechos.....	137
4.4.1.	Riesgo humano .....	138
4.4.2.	Contaminación al medio ambiente .....	139
4.5.	Sistema de documentación en la recolección de los materiales.....	141
4.5.1.	Ingreso hacia la economía circular .....	144

4.5.2.	Egreso de la economía circular .....	145
4.6.	Fabricación de recipientes de contención de los desechos...	145
4.6.1.	Señalización de área dentro de las instalaciones .	146
4.6.2.	Monitoreo de acciones diarias para evitar fugas en recipientes .....	147
4.6.3.	Reutilización de los desechos químicos .....	147
4.6.4.	Reutilización de los desechos eléctricos comunes .....	148
4.7.	Costos por modificaciones y cambios en el departamento de Mantenimiento .....	148
4.7.1.	Costos por diseño de envases seguros.....	149
4.7.2.	Costos por modificaciones en las unidades de transporte.....	150
4.7.3.	Costos generales por el manejo responsable de los desechos.....	150
4.8.	Metas programadas con las capacitaciones.....	152
4.8.1.	Las capacitaciones como una herramienta preventiva .....	153
4.8.2.	Programa de capacitación al personal administrativo.....	153
4.8.3.	Programa de capacitación a los trabajadores de campo.....	154
5.	MEJORA CONTINUA O SEGUIMIENTO.....	157
5.1.	Beneficios esperados con la economía circular.....	157
5.1.1.	Aumento de desechos reutilizados .....	159
5.1.2.	Reducción de costos en compras.....	161
5.1.3.	Reducción de contaminación al medio ambiente..	162
5.1.4.	Incremento de proyectos sostenibles .....	163

5.2.	Análisis mensual de reportes .....	164
5.2.1.	Reporte de recolección de residuos .....	165
5.2.2.	Informe estadístico conforme al aprovechamiento de residuos eléctricos.....	166
5.3.	Verificación del seguimiento de la propuesta .....	166
5.3.1.	Estimación de los desechos aprovechados.....	171
5.3.2.	Estimación de los materiales contaminantes recolectados .....	172
5.4.	Sistema de documentación .....	173
5.4.1.	Historial por cada vehículo .....	174
5.4.2.	Registro de materiales por proyecto de baja tensión y media tensión.....	174
5.5.	Auditorías .....	175
5.5.1.	Internas .....	176
5.5.2.	Externas .....	178
	CONCLUSIONES.....	179
	RECOMENDACIONES .....	181
	BIBLIOGRAFÍA.....	183
	APÉNDICES.....	185

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Proyectos en baja y media tensión.....	2
2.	Ubicación .....	3
3.	Valores de GIRCA.....	6
4.	Organigrama .....	8
5.	Características técnicas .....	17
6.	Equipos eléctricos con bifenilos policlorados .....	19
7.	Tensiones suministradas para baja tensión .....	21
8.	Condiciones generales para conexiones de media tensión .....	22
9.	Principios de la economía circular.....	24
10.	Lineamientos.....	25
11.	Tipos de economía circular .....	27
12.	Características del reciclaje .....	29
13.	Proyectos ejecutados el tercer trimestre 2021 .....	48
14.	Análisis de ejecución de un proyecto nuevo .....	49
15.	Pilar de seguridad ocupacional en la empresa.....	60
16.	Equipo de protección personal asignado .....	62
17.	Riesgo eléctrico por mala práctica en el trabajo.....	64
18.	Área de Basura y Contenedores .....	68
19.	Clasificación de desechos para los departamentos e instalaciones de la empresa .....	76
20.	Acciones de recolección para trabajos de baja tensión .....	80
21.	Acciones de recolección para trabajos de media tensión .....	79
22.	Diseño de los recipientes para desechos contaminantes.....	82

23.	Bosquejo del recipiente para contención de fluidos y colocación durante el traslado de los transformadores de media tensión .....	83
24.	Segundo diseño para <i>pickup</i> con recipientes para desechos reutilizables.....	84
25.	Distribución de recipientes en los vehículos .....	85
26.	Planificación de actividades asignadas hacia los colaboradores.....	86
27.	Acciones de recolección según la matriz de clasificación .....	89
28.	Área para disposición final de los desechos .....	95
29.	Área asignada en las instalaciones.....	96
30.	Tareas de prevención de errores comunes .....	97
31.	Protocolo para el manejo responsable de los desechos químicos .....	98
32.	Protocolo para el manejo responsable de los residuos solidos .....	99
33.	Muestra gráfica de un ensayo de laboratorio por el MARN .....	99
34.	Actividades diarias para la recolección de residuos .....	105
35.	Toneles autorizados por el MARN para embalaje y traslados .....	116
36.	Transformador de media tensión para industria de alimentos .....	117
37.	Plan de acción para contención de derrame.....	119
38.	Puntos críticos para control y protección de tableros conforme la norma.....	128
39.	Acciones preventivas .....	132
40.	Requerimientos mínimos y específicos conforme las normas internacionales .....	133
41.	Tapa con trinquete de aseguramiento .....	134
42.	Tonel para contener los fluidos y líquidos contaminados con PCB ....	135
43.	Sistema de documentación .....	142
44.	Materiales y equipos viables para formar parte de la economía circular .....	144
45.	Rombo de seguridad del PCB a colocar en las instalaciones.....	146
46.	Metas programas con la capacitación .....	152

47.	Comportamiento del pronóstico para los primeros tres meses de incorporar la economía circular .....	161
48.	Variables de interés en los reportes mensuales .....	164
49.	Sistema de documentación .....	173
50.	Elementos de la auditoría .....	175

## TABLAS

I.	Descripción de puestos .....	9
II.	Tipos de reciclaje .....	31
III.	Clasificación de plásticos, latas y <i>briks</i> .....	35
IV.	Acciones a implementar en GIRCA para la prevención de contaminación hacia el COVID-19 .....	39
V.	Objeto de las normas según la CNEE .....	41
VI.	Tipos de proyectos .....	46
VII.	Proyectos ejecutados al tercer trimestre 2021 .....	48
VIII.	Equipo de protección personal .....	58
IX.	Guía de verificación propuesta para la portación del equipo de protección personal y herramientas auxiliares .....	59
X.	Matriz de riesgos laborales diseñado por GIRCA .....	63
XI.	Ficha de control de monitoreo para vehículos .....	68
XII.	Guía de capacitación para el departamento de Proyectos .....	74
XIII.	Matriz de planificación de recolección por tipo de proyecto .....	78
XIV.	Matriz de clasificación según el tipo de desecho y destino final .....	88
XV.	Costos de procesamiento de materiales y separación .....	89
XVI.	Guía general de capacitación en vías de una economía circular .....	106
XVII.	Capacitación para el personal administrativo .....	108
XVIII.	Guía técnica para el manejo de los equipos eléctricos .....	112

XIX.	Nomenclaturas para toneles autorizados en traslados de desechos químicos y materiales eléctricos .....	115
XX.	Planes de limpieza para diversos escenarios .....	118
XXI.	Requisitos para sala de baterías conforme la norma NTDOID .....	130
XXII.	Listado de errores comunes .....	131
XXIII.	Guía de inspección y monitoreo de recipientes .....	136
XXIV.	Riesgo humano y sus efectos al exponerse al PCB .....	138
XXV.	Ficha de rastreo y de control de inventario final .....	143
XXVI.	Costos por modificaciones.....	149
XXVII.	Costos por diseño de envases seguros .....	149
XXVIII.	Costos por modificaciones en las unidades de transporte.....	150
XXIX.	Costos generales por el manejo responsable de los desechos .....	151
XXX.	Programa de capacitación a los trabajadores de campo .....	154
XXXI.	Pronósticos del incremento de desechos reutilizados en libras .....	160
XXXII.	Reporte de recolección de residuo .....	165
XXXIII.	Indicador 1 .....	167
XXXIV.	Indicador 2.....	168
XXXV.	Indicador 3.....	169
XXXVI.	Indicador 4.....	170
XXXVII.	Guía de verificación de auditorías internas.....	176

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>Cm<sup>3</sup></b>	Centímetro cúbico
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kV</b>	Kilovoltio
<b>kW</b>	Kilowatt
<b>%</b>	Porcentaje
<b>ton</b>	Tonelada





## GLOSARIO

<b>Apresto</b>	Preparación y disposición inmediata.
<b>Aseguramiento de calidad</b>	Vigilancia continua destinada a garantizar en todo momento los procesos uniformes de mantenimiento para cumplir con las especificaciones de calidad asignadas.
<b>Auditoría técnica</b>	Revisión efectuada por personal externo al fabricante, para asegurar el fiel cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura vigente.
<b>Auto inspección</b>	Inspección efectuada por personal técnico calificado propio de la empresa, que evalúa periódicamente la aplicabilidad y efectividad de las buenas prácticas de salud.
<b>Autoridad competente</b>	Es la autoridad reguladora de cada uno de los miembros de las cuadrillas de trabajo.
<b>Buenas prácticas de manufactura</b>	Conjunto de normas y procedimientos relacionados entre sí, destinados a garantizar que los servicios para los que se ha contratado la empresa cumplan con protocolos de seguridad, manejo responsable de los desechos y el uso eficiente de su equipo de protección personal.

<b>Concentración</b>	Es la cantidad de principio activo presente en los químicos contaminantes.
<b>Confiabilidad</b>	Probabilidad de que una parte de la maquina o equipo esté funcionando adecuadamente en un momento preciso y bajo circunstancias definidas.
<b>Contaminación</b>	Pertenencia de cualquier impureza material o energética, en un medio a niveles superiores a los normales.
<b>Demanda</b>	Hace referencia a la cantidad de bienes (productos) o servicios que se solicitan o se desean en un determinado mercado de una economía a un precio específico.
<b>Densidad</b>	Es la relación entre el peso (masa) de una sustancia y el volumen que ocupa (esa misma sustancia).
<b>Eficiencia</b>	Capacidad de lograr el efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles viable.
<b>Evaluación</b>	Valoración de conocimientos, actitud y rendimiento de una persona o de un servicio.
<b>Incidente</b>	Circunstancia que sucede de manera inesperada y que puede afectar al desarrollo de un proceso o actividad, aunque no llega a provocar lesión.

<b>Merma</b>	Disminución o reducción del volumen o la cantidad de una cosa.
<b>Meta</b>	Objetivo o propósitos a alcanzar.
<b>Monitoreo</b>	Proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada.
<b>PCB</b>	Siglas en ingles <i>PolyChlorinated Biphenyls</i> (Bifenilos Policlorados).
<b>Pirolisis</b>	Descomposición química de la materia orgánica y de todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno, involucra cambios simultáneos de composición química y estado físico, los cuales son irreversibles.
<b>Planeación estratégica</b>	Arte y ciencia de formular, implantar y evaluar decisiones inter funcionales que permitan a la organización llevar a cabo sus objetivos.



## RESUMEN

Actualmente el departamento de Proyectos en la empresa GIRCA Representaciones no posee el procedimiento para el debido manejo de los desechos sólidos. Los desechos que se producen diariamente no son sometidos a un proceso responsable de manejo y recolección, algunos de estos desechos o residuos de equipos que fueron removidos contienen químicos altamente contaminantes, por el tipo de trabajo que se realiza al aire libre los camiones no portan consigo recipientes adecuados.

Algunos materiales pueden ser reutilizados y otros reciclados, las disposiciones finales de todos sus desechos se acumulan en un vertedero común dentro de las instalaciones, no se separan los residuos por nivel de contaminación o por tipo de producto, la empresa utiliza el servicio municipal para el desecho de todos sus desperdicios eléctricos y basura acumulada sin responsabilidad ambiental o responsabilidad social.

Se diseñaron estrategias de monitoreo, recolección de muestras, análisis de desempeño hacia los trabajadores quienes trabajan en la recolección de todos los desechos de proyectos asignados a GIRCA, evidenciando que durante el protocolo de acciones que emplean no utilizan equipo especial para evitar derrames químicos, tampoco poseen lugares específicos para colocar residuos o desechos sólidos en los camiones.

La pronta acción se basa en la prevención de la contaminación hacia el medio ambiente, por lo que todas las acciones, actividades, tareas, lugares específicos y protocolos de recolección con un nuevo modelo amigable con el

medio ambiente, reduciendo el impacto negativo por el mal manejo de dichas cargas y aprovechando los recursos disponibles para realizar un traslado controlado hacia las instalaciones.

# OBJETIVOS

## General

Proponer una técnica para el manejo responsable de los desechos contaminados utilizados en las conexiones eléctricas de baja y media tensión, empleando economía circular con el aprovechamiento de reciclaje en equipos y herramientas.

## Específicos

1. Plantear el manejo responsable de los desechos contaminantes a la gerencia de la empresa, con el objetivo de reducir el nivel de contaminación en todas las áreas o departamentos de la empresa.
2. Trazar un programa del manejo responsable de desechos en las conexiones eléctricas, asegurando a la empresa poder reutilizar cables y accesorios para incorporarlos a la economía circular, evitando así exceder su presupuesto mensual.
3. Organizar y establecer la ruta de trabajo diaria, clasificando los accesorios y conexiones, del menor precio hasta el de mayor precio, con la finalidad de disminuir costos por desperdicios y excedentes asignados a los camiones.
4. Diseñar el conjunto de tareas mínimas y necesarias en el manejo de los residuos que contienen químicos altamente contaminantes, considerando



la guía de especificaciones técnicas propuestas por el INDE, con la finalidad de evitar daños al medio ambiente.

5. Estandarizar el diseño de los recipientes necesarios en cada unidad de transporte de la empresa, con la finalidad de recuperar los desechos finales al final de un proyecto o día de trabajo, para evitar la contaminación ambiental.
6. Bosquejar la guía de mantenimiento preventivo en los dispositivos de recolección, en el área de Operaciones y en el área de Transportes, con el propósito de disminuir costos de mantenimientos correctivos.
7. Crear un archivo electrónico digital en el departamento de Cómputo, con el propósito de llevar las estadísticas de desechos que se pueda reutilizar como materia prima o venta para chatarra.

## INTRODUCCIÓN

La empresa GIRCA se inscribe hace más de diez años para proveer servicios a las distribuidoras de electricidad de oriente y occidente que se rigen por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), y el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), para optar en la venta, construcción y asesorías en el sector energético, su oficina se apertura en Barrio Centro Asunción Mita, departamento de Jutiapa, para fortalecer la demanda de servicios en ese sector del país.

Sus bases en funcionamiento y prestación de servicios se centran en poder comercializar equipos, conectores, herramientas y dispositivos para diseñar conexiones eléctricas de baja y media tensión en los domicilios, colonias, comunidades o para el sector industrial. Dentro de su organigrama el departamento de Proyectos emplea dirección estratégica para designar funciones y tareas diarias en la solución de demanda de servicios para conexiones eléctricas, se utilizan vehículos tipo *pickup* y camiones de 10 ton donde están instalados brazos articulado telescópico.

Para el desarrollo del trabajo de graduación se presentarán cinco capítulos, en el primer capítulo se desarrolla una descripción breve de la empresa, su historia, su misión, visión y parte funcional de los proyectos que podrían desarrollar en baja tensión y media tensión, además del área legal junto al área ambiental que rigen a la empresa. En el segundo capítulo se presenta la ejecución dentro de los proyectos y la situación actual en el manejo de los desechos ocasionados en cada trabajo realizado, asimismo las tareas comunes que ejecutan los trabajadores con el contacto de materiales eléctricos.

En el tercer capítulo se plantea el desarrollo y diseño de las acciones complementarias para lograr optimizar la reutilización de los desechos con el manejo responsable de residuos químicos, así como todas aquellas actividades necesarias que permitan mejorar los resultados en la mitigación sobre el daño ambiental causado diariamente en la ejecución de proyectos de baja y media tensión.

En el cuarto capítulo se presenta la forma de cómo será ejecutada la propuesta, conteniendo así las actividades, procesos y procedimientos industriales que permitan mejorar sus protocolos actuales en el manejo de los desechos sólidos obtenidos en los proyectos y así encaminar la empresa hacia la economía circular, aprovechando de diferentes formas los materiales o equipos que pueden ser retiradas de un determinado proyecto para formar parte de reciclaje guiados por los lineamientos del MARN.

Finalmente, en el quinto capítulo se desarrollará la metodología adecuada para el seguimiento en busca de la mejora continua, mejorando constantemente sus procesos en los proyectos a ejecutar, incorporando sistemáticamente a futuro todas aquellas tareas preventivas que permitan reducir su mínima expresión los desperdicios y la falta del aprovechamiento óptimo de los recursos que estarán siendo sustituidos.

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

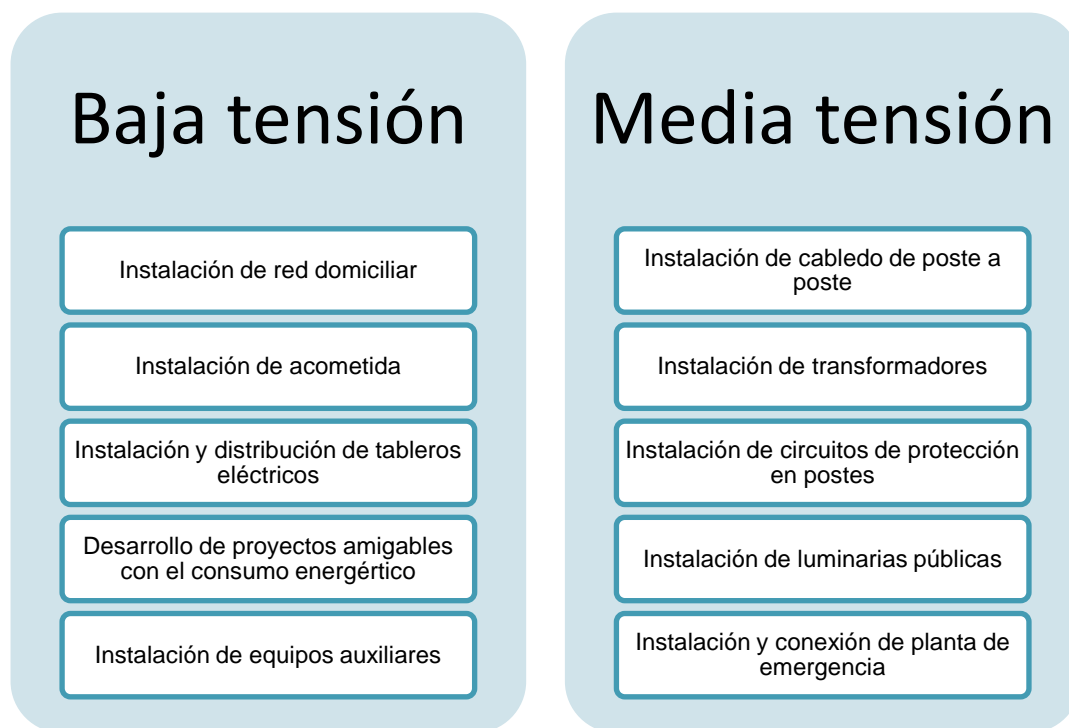
## 1.1. La empresa

GIRCA Representaciones se establece como una opción hacia la industria general en el sector oriente de Guatemala, distribuyendo equipo eléctrico para empresas manufactureras, ofibodegas, cuartos fríos, empresas de empaçado, industria de procesamiento de alimentos, instalación de cableado eléctrico de media tensión en interiores, mantenimiento a subestaciones, instalación de cableado de baja tensión en proyectos domiciliarios e instalación de cableado eléctrico en proyectos públicos o privados de media tensión.

El trabajo de campo ha requerido mayor compromiso hacia el personal en la preparación teórica, técnica y práctica, ya que los accidentes al trabajar con tensión eléctrica provocan serias lesiones físicas, incluso podrían producir desmembramientos o laceraciones en extremidades. Su principal pilar es la seguridad industrial, todo el personal posee asignado equipo de protección personal que portará desde su ingreso a laborar en la empresa.

La demanda de los proyectos crece gradualmente, por las capacidades técnicas de su personal, la disponibilidad de vehículos y el *stock* de inventarios pueden solucionar un amplio espectro de proyectos residenciales, industriales de baja tensión o media tensión, proyectos de alumbrado público con demanda de baja tensión o media tensión. Cuando un proyecto requiere trabajar por jornadas extendidas el personal deberá adecuarse a estas condiciones, las situaciones se presentan cuando existe una llamada por emergencia por cortos en transformadores o cableado.

Figura 1. **Proyectos en baja y media tensión**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 1 se presentan los proyectos de mayor demanda, también de ser un prestador de servicios se cubre demanda en ventas de equipos eléctricos con mayor demanda en el país que algunas empresas ya consolidadas no han optado por distribuirlos, por ejemplo puede citarse algunos paneles solares con capacidad de recolección de carga directa en climas fríos, la mayoría de estos paneles solares difieren por territorios o por sectores con alto grado de humedad, afectando la concentración en sus celdas y generando baja intensidad de carga eléctrica.

Es importante destacar que GIRCA es una empresa visionaria hacia el cuidado del medio ambiente, su interés principal es disminuir el impacto de la contaminación en sus proyectos.

### 1.1.1. Ubicación

Sus oficinas administrativas se encuentran en el Barrio la Federal, Asunción Mita, Departamento de Jutiapa, Guatemala. En su interior poseen espacios y oficinas para los departamentos que conforma su organigrama, este posee un patio de maniobras donde se resguardan los vehículos empleados en los proyectos.

Figura 2. Ubicación



Fuente: elaboración propia, empleando Google Maps.

### 1.1.2. Historia

Sus inicios se remontan al año dos mil once, donde sus fundadores se inquietan por el crecimiento habitacional y de industria en Jutiapa como en sus

alrededores, la economía ha logrado general impulso industrial por el aprovechamiento de la agronomía, cultivos de frutas, cultivos de café, entre otros que destacan en la región. De tal forma que se plantean realizar una sociedad con capital familiar y participación familiar, estableciendo las funciones, roles o atributos para dar origen a GIRCA Representaciones.

Para su fundación e inicios se ofertan como una empresa prestadora de servicios en proyectos habitacionales y muy pocos en proyectos industriales de media tensión, por el compromiso adquirido y compartido por sus fundadores se experimenta crecimiento en asignación de proyectos, estableciéndose como una principal opción para el crecimiento industrial e instalación de alumbrado público en vías principales en el departamento, de tal forma que su primer cuadrilla de 8 trabajadores distribuidos en 5 vehículos tipo *pickup* requiere crecimiento proporcional al grado de complejidad de proyectos asignados.

No siempre fue crecimiento en la empresa, se presentaron proyectos frustrantes con pérdida de materiales por la deficiente preparación de algunos trabajadores asignados, por ello la empresa afronto situaciones difíciles para alcanzar nuevamente el crecimiento en el cual se encuentran laborando.

Ante estos eventos gerencia desarrolla e implementa programas de evaluación hacia su personal de campo, se les denominan así a todos aquellos cuadrilleros o trabajadores que puedan realizar un trabajo de forma independiente, en pareja o colectivamente en casas, bodegas, ofibodegas, industria de alimentos, de enlatados, instalación de cableado en postes públicos, instalación de equipos eléctricos periféricos e instalación de transformadores en postes de alumbrado público.

Dichas evaluaciones permitieron establecer las debilidades en su personal y desarrollar capacitaciones, con las capacitaciones se incorporaron auditorías hacia el personal y hacia los trabajos desarrollados, creciendo nuevamente en la adquisición de proyectos generales.

### **1.1.3. Misión**

“Representar para el sector oriente de Guatemala como la primera opción en la instalación, monitoreo y ejecución de proyectos de baja tensión y media tensión”.<sup>1</sup>

### **1.1.4. Visión**

“Establecerse como la empresa líder en la representación de proyectos eléctricos de baja tensión y media tensión, consolidándose en la región oriente con expansión hacia la región metropolitana para el año 2030.”<sup>2</sup>

### **1.1.5. Valores**

Desde su fundación GIRCA establece un conjunto de valores que permiten laborar con un ambiente permisible para desarrollarse como profesionales en su materia.

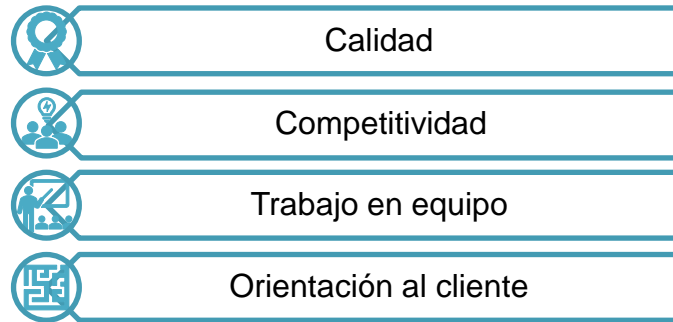
---

<sup>1</sup> GIRCA Representaciones. *Memoria de labores*. p. 3.

<sup>2</sup> *Ibíd.*



Figura 3. **Valores de GIRCA**



Fuente: GIRCA Representaciones. *Memoria de labores*. p. 4.

#### **1.1.6. Organización**

Su representación es en cascada con mandos altos superiores, su inscripción legal se registra como una sociedad anónima se diseña un organigrama descendente, posicionando en la parte superior a la gerencia, en mandos medios a jefes de departamento bajo su cargo a jefes de cuadrillas o jefes de proyectos, en la parte inferior se posicionan a los cuadrilleros o personal técnico que ejecuta los proyectos bajo la supervisión de un responsable por proyecto.

Se delegan responsabilidades desde los mandos superiores, se trasladan por los mandos medios y se ejecutan en los rangos bajos, aunque su organización trabaja ordenadamente la empresa ha incorporado mecanismos auxiliares ante la falla de liderazgo por los mandos medios o de supervisión, consiste en monitoreo constante por personal administrativo en oficinas, quienes eventualmente pueden visitar los diferentes proyectos para establecer si el trabajo realizado o trabajo desarrollado es conforme a la programación original en planimetría y recursos.

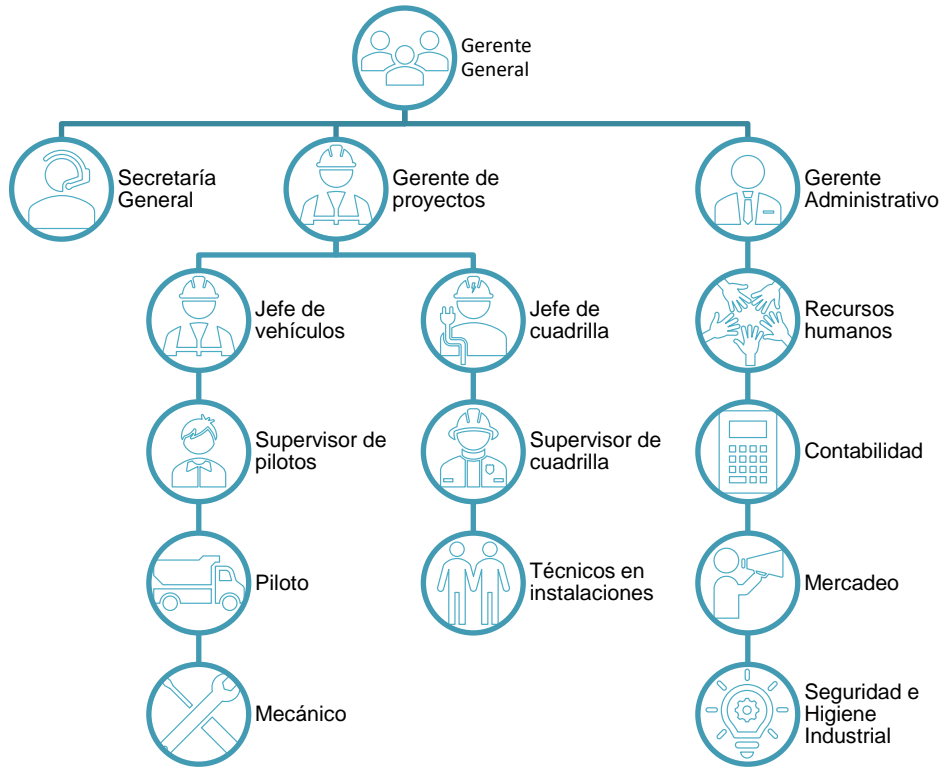
La empresa ha mejorado todas estas condiciones de trabajo por el alto compromiso en el desempeño de los trabajos contratados, dentro de su filosofía de trabajo es reducir a su mínima expresión toda aquella posible fuente de error, ya sea humano, o por malas prácticas laborales.

El personal conforme a este tipo de organización trabaja responsablemente, cuando se presentan quejas internas el departamento de Recursos Humanos realiza el debido seguimiento para establecer las causas que propician estos inconvenientes, buscar soluciones viables y mejorar el clima laboral entre las personas afectadas, de no encontrar soluciones viables o de mediación, se traslada el caso a los jefes de departamentos y en última instancia a los gerentes.

#### **1.1.6.1. Organigrama**

En GIRCA en la parte superior se dispone de Junta Directiva, en mandos altos por Gerentes, mandos medios por supervisores y en la parte baja por los técnicos que realizan todo el trabajo pesado, para cada rol se asignan tareas distintas.

Figura 4. Organigrama



Fuente: GIRCA Representaciones. *Memoria de labores*. p. 12.

La importancia de trasladar las ordenes en una cadena de mando eficiente es una herramienta favorable para la empresa, de esa forma evitan confusión en la distribución de tareas o información inconclusa.

### 1.1.6.2. Descripción de puestos

El rol para cada puesto compromete capacidades, destrezas y conocimientos técnicos, el personal contratado en la empresa realiza todas sus actividades apegados al perfil profesional requerido, evitando constantemente

cualquier tipo de error involuntario, el trabajo con energía eléctrica o también conocida como potencia eléctrica requiere mayor compromiso hacia el personal.

Tabla I. **Descripción de puestos**

<b>Puesto o cargo</b>	<b>Cantidad contratada</b>	<b>Descripción</b>
Gerente General	1	Su función principal radica en la administración general, toma de decisión y expansión de su marca, dando a conocer los proyectos ejecutados con futuros clientes nacionales e internacionales, también trabajar en conjunto para la toma de decisiones que deciden el rumbo de las operaciones generales, trasladan parte de las responsabilidades administrativas hacia los gerentes que tienen bajo su cargo, jefes y supervisores. En general representa la oportunidad de trabajo de la empresa, respaldando la economía para invertir en nuevos proyectos, estos proyectos a los que representan pueden trabajarse con anticipo y contra entrega, durante un periodo de hasta 45 días. Las nuevas relaciones en las que participan proponen crecimiento para todos los trabajadores de GIRCA por medio de estas relaciones se multiplican las oportunidades de participación activa en el sector energético.

Continuación tabla I.

Secretaría general	1	<p>Dentro de sus funciones y responsabilidades está el apoyar a Gerencia General en cada sesión presencial, administrar la información general de la empresa generada por el gerente de proyectos y el gerente administrativo, canalizando así los resultados finales trasladados a ese mando superior de la empresa. Coordinar llamadas, correos, redactar informes mensuales sobre los consumibles y descartables empleados como material de oficina.</p> <p>En general su puesto y rol de función es híbrido y representa la conexión directa entre el trabajo diario de toda el equipo de trabajo y la evaluación de resultados por metas alcanzadas de Gerencia General.</p>
Gerente de proyectos	1	<p>Dentro de sus funciones destaca el monitoreo, supervisión y control sobre el <i>stock</i> de inventario de todos aquellos materiales, recursos, equipos y empleados asignados para la realización de un determinado proyecto, considerando estratégicamente las causas que pueden ser los limitantes en el desarrollo de los mismos o la falta de alguno de sus cuadrilleros por enfermedad o accidente, de tal forma que su cumplimiento pueda ser eficiente sin demoras y sin mermas. Deberá garantizar a la empresa que cada recurso invertido es bien aprovechado y se estará generando el retorno esperado.</p>

Continuación tabla I.

Gerente Administrativo	1	Su función es coordinar al personal administrativo dentro de las instalaciones, trabajar paralelamente con el gerente de proyectos, se sitúan al mismo nivel operativo se evitan confusiones sobre superioridad o territorialidad, uno está en apoyo al otro, pueden ejecutar proyectos al mismo tiempo, el gerente general autorizará la distribución final del equipo, vehículos y personal por cada cuadrilla, tiene bajo su responsabilidad todos aquellos activos de la empresa y la bodega general.
Jefe de vehículos	3	Sus funciones se centran en administrar los recursos asociados a vehículos livianos y transporte pesado empleado para ejecutar los proyectos, para los vehículos se dispone de una extensión de bodega donde se resguardan algunos repuestos, lubricantes y accesorios básicos para los mantenimientos preventivos y correctivos. Todo el <i>stock</i> de inventario es responsabilidad dividida para los jefes asignados, la empresa distribuye a dos de ellos para supervisión en ruta y uno de ellos quedará de planta en respaldo a cualquier contingencia o necesidad de repuestos.
Jefe de cuadrilla	3	Deberá coordinar a un grupo finito de técnicos asignados para realizar un solo proyecto a la vez, solicitará el recurso necesario para desarrollar todas las actividades necesarias, genera una orden de solicitud donde dispone el equipo, maquinaria, herramientas y tipo de vehículo necesario. Acompañar a la cuadrilla de técnicos en la ejecución del proyecto velará porque el personal su cargo porte en todo momento el equipo de protección personal otorgado, que su trabajo sea eficiente y que se respeten todos los protocolos de trabajo establecidos por GIRCA y la empresa donde se encuentran ejecutando tareas.

Continuación tabla I.

Supervisor de pilotos	4	Respaldarán a los pilotos cuando los proyectos o turnos exceden una jornada laboral permitida, supervisan el estado mecánico y físico de las unidades disponibles, así también el aprovechamiento del combustible asignado a cada vehículo, la flota se compone por 5 vehículos doble cabina, doble tracción tipo <i>pickup</i> y 5 camiones de 10 toneladas con brazo articulados, respaldan y garantizan a la empresa que las unidades se encuentren en óptimas condiciones para realizar las tareas asignadas, trasladar al personal y trabajar en jornadas extendidas en ambientes hostiles.
Supervisor de cuadrilla	4	Supervisa el trabajo en duro que se ejecuta en los proyectos, apoya a los trabajadores cuando necesitan material adicional, leer los planos o cualquier otra actividad relacionada con el control y ejecución de las actividades.
Piloto	10	Verifican las unidades previo a retirarse de las instalaciones, calibran el nivel de aceite, niveles de fluidos de lubricantes y niveles de fluidos de refrigerante, dentro de sus actividades y responsabilidades es garantizar que los vehículos no presentan fugas, fallas o desperfectos mecánicos que pueden ser reparados conforme un previo seguimiento con bitácoras de inspección, cuando un vehículo presenta fallas en sistemas de frenos, desgaste de los neumáticos o cualquier tipo de falla mecánica deberán reportarla a su superior inmediato, cuando se encuentran en los proyectos podrán otorgar apoyo conforme su conocimiento y capacidad de trabajo, de lo contrario podrían permanecer dentro de sus unidades.

Continuación tabla I.

Técnico en instalaciones	12	Ejecutan las instalaciones eléctricas, instalaciones de equipos eléctricos, retiro de cableado conforme los proyectos solicitados, instalación de transformadores, instalación de postes para cableado de media tensión, instalación y retiro de luminarias en postes, instalación de red eléctrica domiciliar.
Recursos humanos	4	El personal asignado a este departamento evalúa la medición de resultados de todos los trabajadores de la empresa, diseñan y preparan las capacitaciones para incrementar las capacidades técnicas en los trabajos asignados de proyectos eléctricos.
Contabilidad	3	Monitorean, regulan y evalúan los resultados financieros, los inventarios y todos aquellos recursos utilizados para los proyectos.
Mecánico	2	Prestan servicio de reparación y mantenimiento a toda la flota de vehículos de la empresa.

Fuente: GIRCA Representaciones. *Memoria de labores*. pp. 18-20.

### 1.1.7. Antecedentes generales de la empresa

La empresa posee la capacidad de trabajar en proyectos dentro de instalaciones, áreas externas y a cielo abierto, dependerá de lo requerido para que se asigne al personal necesario en la ejecución de dichas actividades, también se realiza una pre evaluación para definir los riesgos en el trabajo, riesgos en la ejecución del proyecto y puntos críticos para el personal en maniobras.

La cartera de clientes es extensa, lo que ha permitido trabajar en continuidad de proyectos ya desarrollados o para clientes satisfechos que han requerido desarrollos de nuevos proyectos, durante todos estos procesos y actividades se han descuidado ciertos puntos críticos de interés para la empresa



en relación a su impacto con el medio ambiente. A finales del año 2020 se les realizaron inspecciones por la municipalidad de Asunción Mita, del área de Proyectos para evaluar el equipo de seguridad que emplean, el estado de los vehículos y las condiciones generales con que se trabaja.

Parte de la supervisión y revisión general demostró algunas deficientes en los equipos de seguridad que emplea el personal, fugas de aceite en los camiones, neumáticos en mal estado y fugas en los sistemas hidráulicos de los brazos articulados, así mismo se solicitó a la empresa que se destinará un lugar y método específico para la recolección de los desechos y el manejo responsable del mismo. Situando eso como un punto de partida para desarrollar la propuesta técnica en el manejo responsable de los desechos contaminados que han sido retirados de conexiones eléctricas, el procedimiento establece que se deberá retirar todo aquel equipo, dispositivo eléctrico y material en la conexión de baja o media tensión a mejorar, desecharlo en la unidad móvil en la que se desplaza y posteriormente desecharlo en el cubo de la basura general.

Algunos equipos presentan fugas de químicos altamente contaminante, exponiendo al personal de la empresa al contacto directo desde que se depositan en los vehículos hasta que se desechan en las instalaciones, pero en las propias instalaciones no poseen protocolos de manejo responsable donde se reduzca la contaminación con el medio ambiente.

En general, cada proyecto nuevo desarrollado con instalación de equipos eléctricos no contamina en comparación con proyectos de remodelaciones o de mejoras en alumbrados públicos, que es donde se encuentran aquellos transformadores que ya no pueden ser reutilizados, a excepción de algunas líneas de cableado que por normas internacionales requieren que se retiren pero que pueden ser reciclados al retirar el cobre del caucho.

### **1.1.8. Tipo de servicio**

Los servicios prestados son por programación de proyectos nuevos, respuesta ante emergencias eléctricas, mantenimiento de líneas eléctricas, mantenimiento de naves industriales, mantenimiento de redes eléctricas en interiores, en general todo aquel tipo de servicio que demande el manejo adecuado con potencia eléctrica, su circuito y red de proyectos se ha extendido desde Jutiapa hacia los departamentos vecinos, en algunos proyectos de desarrollos comunitarios o de aldeas dentro de los municipios de Jutiapa se ha representado con trabajo en cableado de alumbrado público.

Los servicios se adaptan a las condiciones especiales del contratista, si es necesario trabajar en horarios extendidos, doblar turnos o multiplicar presencia de personal para un solo proyecto GIRCA adecua la ejecución de los otros proyectos para suplir dicha demanda, las emergencias pueden ser cubiertas 24 horas, se queda una cuadrilla por las noches para cualquier eventualidad.

### **1.2. Desechos**

Es todo aquel material, equipo eléctrico, pieza de equipo o fluido segregado por un equipo eléctrico que ya no representa algún grado de utilidad o función de aprovechamiento. La mayor cantidad de desechos suele generarse en los proyectos de remodelaciones o de mantenimiento, se deberá retirar todo aquel equipo que alcanzo su vida útil de trabajo o presenta fallas operativas. Cuando un equipo ha sido expuesto a corto circuito, fuego, corte en su estructura, aplastamiento o cualquier tipo de daño que comprometa su funcionamiento deberá ser retirado.

Es cuando la empresa destaca una cuadrilla de trabajadores para evaluar las condiciones del trabajo, procede a aislar el equipo en función, desconecta de la línea de trabajo y procede a instalar el nuevo equipo. Este equipo que se retira ya pasará a denominarse desecho dentro del inventario, pero no recibe algún manejo especializado, al igual con equipos eléctricos periféricos, luminarias internas y externas fluorescentes o de tungsteno, red de cableado de cobre interno y líneas de media tensión externas. Todos ellos solamente se recolectan, se lanzan en los vehículos y se depositan con la basura común en la empresa.

### **1.2.1. Definición**

“Pieza o material residual, resultante de alguna estructura, cuerpo no biológico o estructura que ha sido empleado para realizar alguna tarea específica”.<sup>3</sup>

### **1.2.2. Características técnicas**

Conforme el uso del equipo eléctrico, equipo periférico, equipo auxiliar o función precisa para lo que fue diseñada puede establecerse en un conjunto de características para el manejo responsable de tales residuos, lo primero es establecer a que renglón en especial corresponde.

---

<sup>3</sup> ARGUELLO, Judith. *Contaminantes eléctricos por media y alta tensión*. p. 6.

Figura 5. **Características técnicas**

Metales ferrosos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hierro, hierro con adherencia</li><li>• Máquinas y equipos en general</li></ul>
Metales no ferrosos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aluminio, bronce, cobre</li><li>• Acero inoxidable</li></ul>
Electrónicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tarjetas electrónicas de cualquier tipo</li><li>• Routers, UPS, cables, computadoras, servidores.</li></ul>
Baterías	<ul style="list-style-type: none"><li>• Baterías de telecomunicación</li></ul>
Luminarias	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tubos fluorescentes, espirales, bombillas</li></ul>
Transformadores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vasos contaminados con PCB</li><li>• Aceite PCB</li></ul>

Fuente: GIRCA Representaciones. *Manual de desechos y contaminantes*. pp. 32-38.

Según la gráfica anterior la empresa ha desarrollado un manual interno para la clasificación de los desechos y sus características técnicas, se reduce a este listado resumido porque son los materiales con los que ellos trabajan continuamente, estos desechos se encuentran mezclados con la basura común, para los transformadores algunos presentan fuga de aceite que contiene PCB.

### 1.2.3. Tipos de desechos

La empresa en su programa de capacitación y dentro de su gestión de operaciones a establecido dos clasificaciones de desechos, con los que se ha capacitado al personal, esos desechos son líquidos y sólidos, dentro de estos se sub dividen otros tipos de desechos comunes, eléctricos, aceites y cables.

### **1.2.3.1. Desechos eléctricos comunes**

Son todos aquellos encontrados en instalaciones domiciliarias, se incorporan a esta clasificación desde la acometida, la caja, *breaker*, red de cableado de calibre 12, luminarias tipo led, luminarias tipo tubo de gas, equipos eléctricos domiciliarios o semi industriales, pero que no representan un peligro inmediato al medio ambiente, no poseen riesgo de fuga de líquidos como aceites o gases.

### **1.2.3.2. Desechos eléctricos sin aislante**

Son todos aquellos cables o líneas de tensión que han estado expuestos a un entorno agreste y su forro o protección ha desaparecido, provocando choque eléctrico o corto circuito, todas estas conexiones internas sin importar que sea residencial, industrial o interconexión pública deberá cumplir con las normativas establecidas en la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, se deberán reemplazar y considerarse como un desecho común, con bajo grado de impacto al medio ambiente, debido a el cobre es completamente reciclable. Si el desecho eléctrico es un transformador o equipo eléctrico que en su interior posea bifenilo policlorado deberá recibir un manejo especial debido a que es altamente contaminante y nocivo a la salud humana.

### **1.2.3.3. Equipos eléctricos con bifenilos policlorados**

Son compuestos aromáticos, formados de átomos de hidrógeno que pueden ser sustituidos por hasta diez átomos de cloro. Se reconocen como los PCB con mayor contenido de cloro, son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación. Según la OMS se les ha sido asignado

factores de equivalencia de toxicidad, estos poseen alta toxicidad parecida a la dioxina. Poseen magnificas propiedades dieléctricas, de longevidad, no son inflamables y son resistentes a la degradación térmica.

Figura 6. **Equipos eléctricos con bifenilos policlorados**

Transformadores eléctricos de potencia, transformadores eléctricos de distribución				
Condensadores eléctricos, se incluyen las reactancias de lámparas.	Interruptores eléctricos, relés y otros accesorios.	Cables eléctricos.	Motores eléctricos y electroimanes en cantidades muy pequeñas.	Fluidos dieléctricos.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PCB)*. p. 16.

#### 1.2.3.4. Transformadores para media tensión

Este equipo eléctrico se encuentra comúnmente en líneas de transmisión pública, su diseño permite producir flujo secundario a la línea de corriente activa, sirviendo como un equipo periférico de respaldo, por ser de respaldo es quien se conecta en corto para cualquier sobre carga de tensión o choque eléctrico, su

peso es aproximado a 300 libras en su interior posee fluido PCB y la fuga de ese material representaría contaminación en su entorno.

En algunas instalaciones industriales ya se encuentran instalados, con la capacidad de oferta en la tensión requerida hasta los 400 kW, este equipo se desecha comúnmente por prevención luego de 2 años de uso y por condiciones atmosféricas naturales es recomendable sustituirlo, cuando ocurren accidentes en las líneas de transmisión requiere mucha capacidad técnica de manejo, ante el mínimo error puede desprenderse desde su base, caer y dar fuga al material interno. En la empresa se realiza el manejo final con una empresa internacional recolectora porque aún no se conocen los medios del manejo final de estos equipos en Guatemala.

### **1.3. Conexión eléctrica**

Para GIRCA representa todo aquel proyecto de baja y media tensión donde se involucre una línea activa eléctrica con derivación hacia una caja con *breaker* y registro de equipos o maquinaria, se complementará por la unión o conexión física desde una línea externa hacia la acometida induciendo la corriente eléctrica a determinado espacio físico. Las conexiones con media tensión se representan con aquellos trabajos de interconexión externa o a cielo abierto, entre postes de alumbrado público, de un transformador hacia una acometida, o entre transformadores.

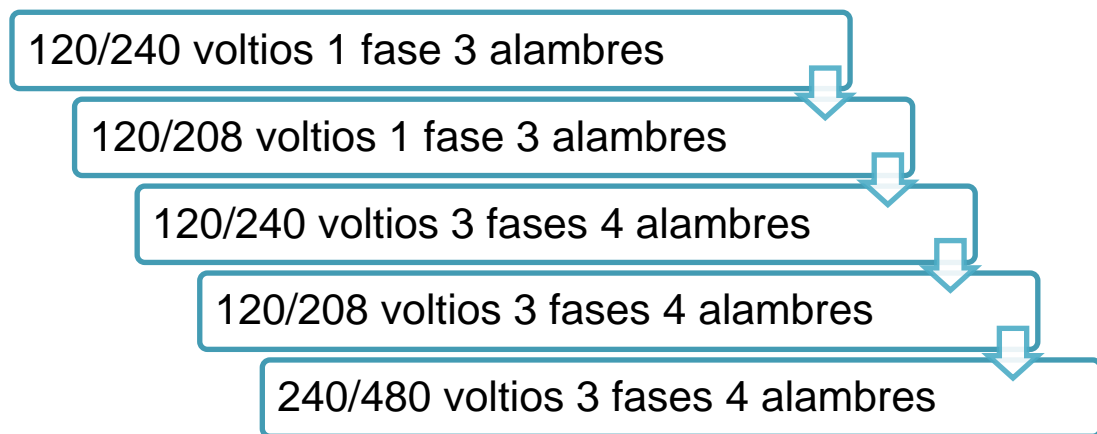
Para baja tensión es 120v-240v y media tensión 1000v a 36 000v el personal asignado a realizar estas actividades deberá portar equipo de protección personal, en instalaciones domiciliarias con baja tensión no es alto el nivel de riesgo, a diferencia de los trabajos de media tensión que podría provocar

heridas graves, amputación de extremidades, incineración de la persona y muerte por arco eléctrico.

### 1.3.1. Conexiones de baja tensión

En la empresa se trabajada apegados a la norma nacional y condiciones generales establecidas por la comisión nacional de energía eléctrica, donde se establecen las tensiones suministradas por la empresa eléctrica de Guatemala.

Figura 7. **Tensiones suministradas para baja tensión**



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas empresa eléctrica de Guatemala, S.A.*  
p. 14.

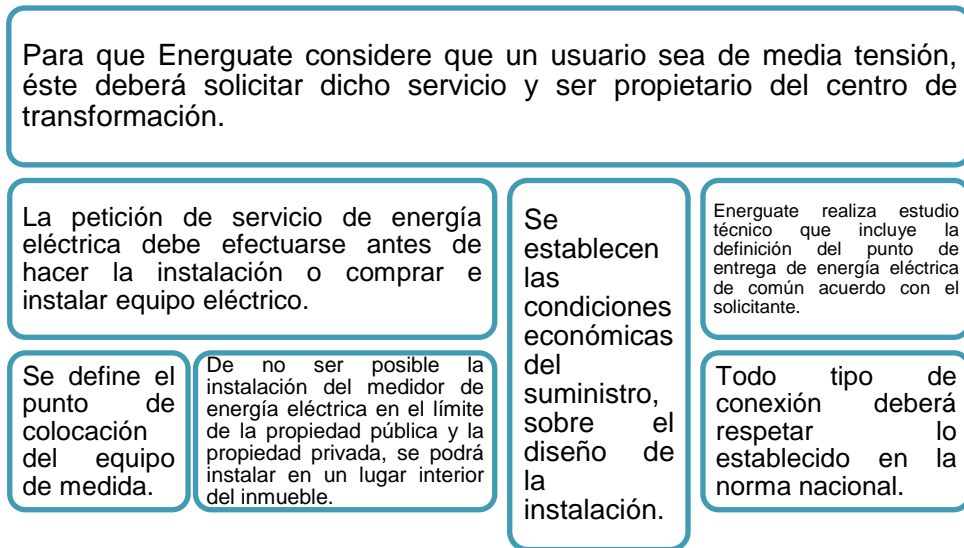
Se deberán cumplir dichos parámetros establecidos, de lo contrario se deberá dar un aviso especial a la empresa eléctrica, se establece como distancia máxima de 40 metros desde un poste hacia la acometida.



### 1.3.2. Conexiones de media tensión

De igual forma que los trabajos y proyectos ejecutados con baja tensión, se deberán enmarcar en las regulaciones legales establecidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, previo a solicitar la ejecución de proyecto con GIRCA se deberán cumplir los requisitos necesarios e indispensables en el suministro para cargas trifásicas de media tensión en rangos establecidos de 225kVA y menores a 1000 kVA. El personal o reconocidos como cuadrilleros de la empresa deberán trabajar apegados a normas de seguridad industrial establecidas por la empresa, de lo contrario pueden recibir sanciones y multas por mala práctica.

Figura 8. **Condiciones generales para conexiones de media tensión**



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas empresa eléctrica de Guatemala, S.A.*

p. 9.

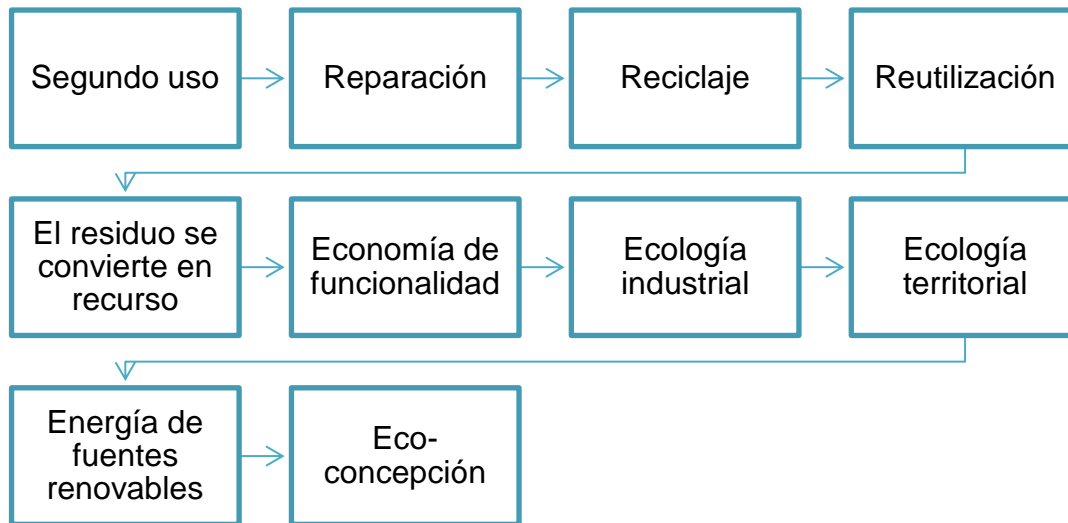
#### **1.4. Economía circular**

La economía circular es un sistema que se basa en el aprovechamiento de recursos, donde se prioriza la reducción de los elementos: minimizando la producción hacia lo indispensable y solo usar el producto cuando sea necesario. Es importante la reutilización de los elementos que por su proceso no pueden regresar al medio ambiente.

La economía circular, apuesta por el uso de materiales biodegradables en las fabricaciones de bienes para el consumo, con el fin de que vuelvan a la naturaleza sin perjudicar el medio ambiente y limitar su vida útil. Cuando no sea posible el uso de materiales amigables con el medio ambiente, se propone que estos sean de fácil desarmado con el objetivo de incorporarlos nuevamente al ciclo de producción. Y cuando esto tampoco sea posible, incorporarlo por medio del reciclaje.

En otros modelos económicos, donde la prioridad es la economía, sobre el aspecto medioambiental o social, la economía circular hace suponer una sustancial mejora para todos, tanto empresarios como consumidores. Los principios de la economía circular giran en torno a la reducción del empleo de materias primas vírgenes, aprovechar al máximo los recursos disponibles, evitar los reprocesos, aprovechar los materiales que pueden ser reciclados y reducir los desperdicios, un factor clave dentro del modelo de producción de economía circular, es optimizar el ambiente de trabajo, distanciando los equipos o líneas de trabajo de tal forma que el recorrido entre las mismas sea el menor posible, impactar positivamente al medio ambiente y no descargar altas emisiones de contaminantes en su entorno circundante.

Figura 9. **Principios de la economía circular**



Fuente: PÉREZ, Carlos. *Desarrollo sostenible*. p. 42.

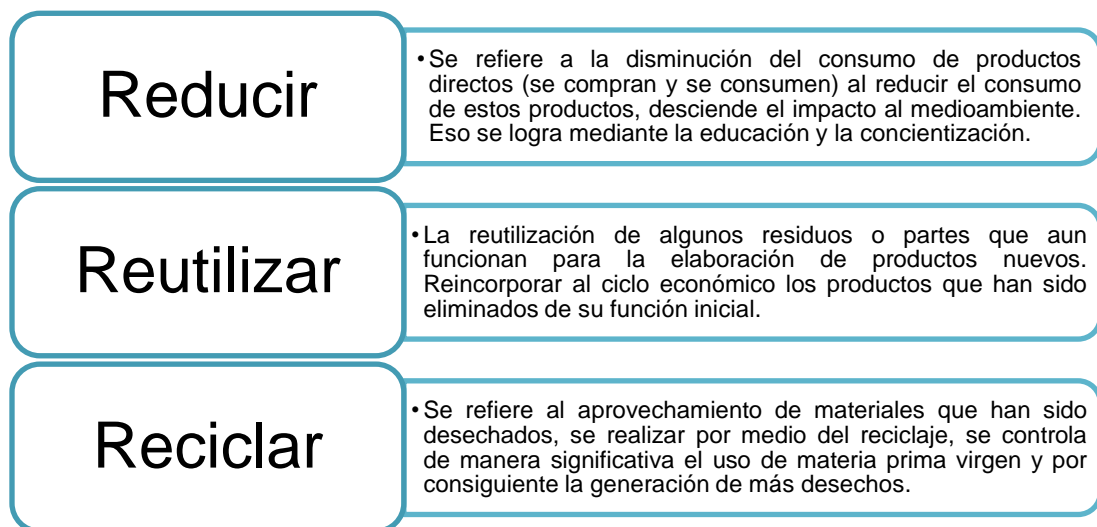
Los principios de la economía circular proyectan beneficios económicos hacia la empresa, optimizando los recursos disponibles, reutilizando aquellos equipos, cables, conectores o dispositivos eléctricos que puedan emplearse en proyectos alternos o sustitutos, de igual forma aprovechar el material que a sido retirado y puede reciclarse profesionalmente.

La funcionalidad esperada hacia la empresa, es aprovechar los desperdicios que son mezclados con la basura común, desechados sin el manejo responsable y sin obtener algún margen económico de recuperación, dentro de estas acciones se puede evaluar como punto de partida el desecho del cobre, material que puede ser comprado por empresas recicladoras, recolectores ambulantes o en su defecto puede utilizarse para proyectos domiciliarios donde no se requiere alto calibre para su red de instalaciones externas. Aprovechar los productos y materiales extraídos en diferentes proyectos para nuevos proyectos es una tarea de la economía circular.

### 1.4.1. Lineamientos

Obedecerá a una premisa, aprovechar los recursos originales con la explotación local de la fuente para que sea amigable con su entorno, aprovechar al máximo la producción o fabricación de los productos finales para que puedan ser aprovechados en tiempos indefinidos y que permitan satisfacer la demanda de sus consumidores con beneficios de bajo costo, mejorando su entorno reduciendo las emisiones de contaminantes, debe utilizar la responsabilidad ambiental extendida que permita hacer uso de los desechos nuevamente de forma inteligente sin que se vuelvan desechos contaminantes en ríos, valles, lagunas y mares. Estos lineamientos pueden emplearse en el aprovechamiento de equipos eléctricos, transformadores para proyectos de menor dimensión de donde han otorgado parte de su vida útil y para todos aquellos equipos auxiliares o equipos periféricos que cumplen con los estándares de operación en conexión de baja potencia.

Figura 10. Lineamientos



Fuente: PÉREZ, Carlos. *Desarrollo sostenible*. pp. 45-55.

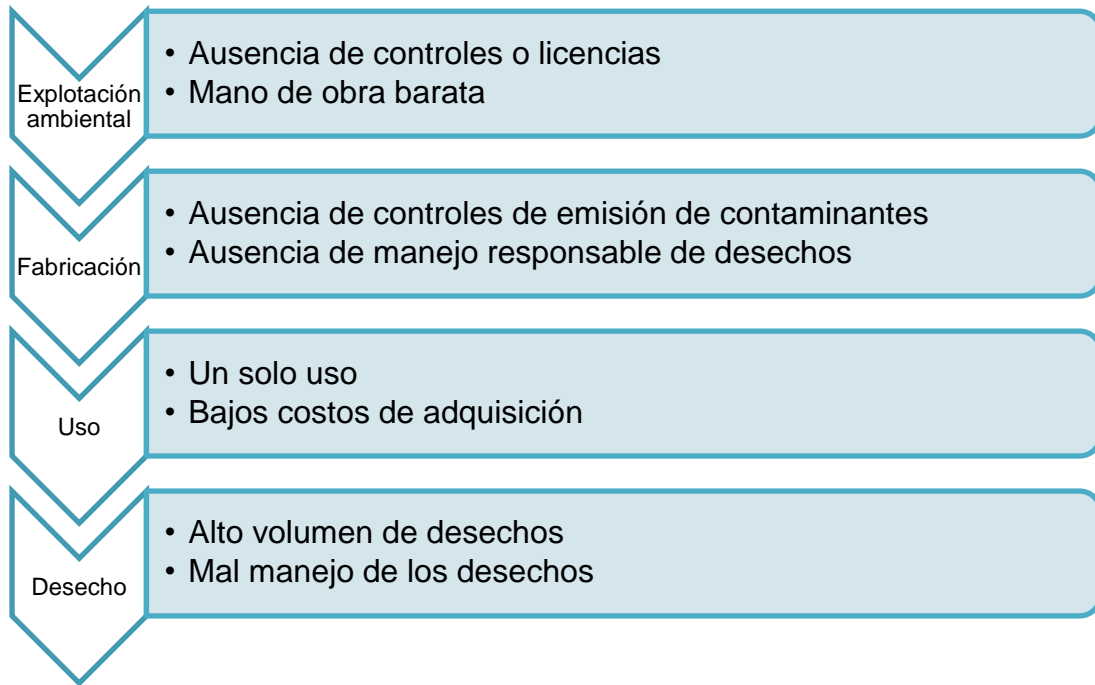
#### **1.4.2. Tipos de economía circular**

La economía lineal se fortalece al emplear materias primas vírgenes, procesarla, fabricar, vender, utilizar y desechar, dentro de ese proceso de consumo no se miden los impactos finales hacia el medio ambiente que origina desde la extracción de materias primas hasta desechar el producto final utilizado para satisfacer alguna demanda específica, para ese ejemplo se puede citar la extracción de níquel en áreas rurales, en países subdesarrollados como Guatemala, se pueden evadir controles y licencias ambientales para concretar esa explotación minera, que podría impactar en comunidades ancestrales incurriendo en desplazamiento o conflicto armado interno.

La conciencia de la economía circular a diferencia de la economía lineal, es poder emplear modelos sostenibles de explotación para obtener materias primas, en su principio la explotación responsable forma parte de su ideología, luego establece que los productos o materiales fabricados pueden representar el menor impacto ambiental en la transformación productiva a su entorno, la intención de estos productos es utilizarlos a largo plazo o reutilizarlos cuantas veces sea necesario, luego de ya no ser útiles o serviles pueden ser retransformados en materias primas, algunos plásticos cumplen esta intención, que vuelven a ser transformados en viruta de polímero para nuevamente ser extruidos y fabricar productos porta objetos o porta alimentos.

Desde la economía lineal hacia la economía circular, puede involucrar aspectos claves que mitiguen el daño colateral a las zonas donde son explotados ciertos materiales valiosos, la responsabilidad ambiental permitirá que la industria puede migrar desde el alto impacto hacia un bajo daño sostenible al medio ambiente, así mismo mejorar las tecnologías de producción y la conciencia social con los consumidores al uso de los productos.

Figura 11. **Tipos de economía circular**



Fuente: elaboración propia.

Constará del aprovechamiento de un solo uso de productos que fueron fabricados con bajo controles ambientales, la explotación de esos recursos podría afectar a comunidades pobres. Las personas utilizan diariamente estos productos, pueden ser los paquetes o coberturas de alimentos, materiales de empaque de comida rápida, productos derivados del polímero para bebidas carbonatadas, ropa o productos de hogar.

La economía lineal no proyecta un retorno responsable de los desechos ni un ordenado ritmo de consumo de los mismos. Para los trabajos relacionados a generación o traslado de energía eléctrica, se puede emplear la distribución eficiente de equipos en una determinada región geográfica, o pueden emplearse los recursos necesarios para satisfacer la demanda de potencia requerida.

## **1.5. Reciclaje**

El volumen de la población mundial crece a ritmos acelerados y exponenciales, de igual forma y directamente proporcional se crea la demanda por artículos de consumo básico, alimentos, textiles, equipos eléctricos para el hogar, se hace expandir el ritmo de producción en la industria globalizada, en los últimos 5 años se han presentado informes mundiales donde se expresa el ritmo alarmante por contaminación en recursos hídricos comprometiendo la fauna y flora del medio ambiente.

Se han creado diferentes fundaciones amigables con el medio ambiente, pero eso no es suficiente para frenar el consumo de todos aquellos productos o envases de un solo uso que sumado al mal manejo final de los desechos terminan en vertederos clandestinos, botados en ríos, lagos y mares o en su defecto quemados contaminando la atmósfera.

En diferentes asambleas en Estocolmo o incluso en la propia Organización Mundial de la Salud se prometen y se desarrollan programas amigables hacia el medio ambiente, que deberían comprometer a la industria en general para minimizar su impacto de descarga contaminante hacia el medio ambiente, algunas plantas de producción pueden descargar químicos contaminantes o fluidos con sedimentos en ríos que desembocan en mares, algunas otras pueden descargar continuamente volumen de dióxido de carbono sin filtros o sistemas de procesamiento responsables hacia la atmósfera.

En general, tanto por el humano de forma individual por sus hábitos de consumo o por la industria productora que emplean materiales de un solo uso, materias primas vírgenes para nuevos productos producen contaminación globalizada, que es el principal objetivo que se desea alcanzar con el reciclaje.

El reciclaje no es nada más que un proceso que puede ser adoptado durante la fabricación de un producto, equipo o maquinaria, a partir de otro similar que ya ha sido utilizado para el mismo propósito y presente una viabilidad de reutilizarse u obtenerse piezas de re uso. Para ello puede emplearse menos energía, que representa una ventaja en la reducción de emisión de contaminantes hacia el medio ambiente, la tierra y el agua.

Para los seres humanos, pueden adoptar nuevas costumbres en sus hábitos de consumo algunas cadenas de supermercados adoptaron la filosofía de no otorgar bolsas plásticas para reducir ese impacto al medio ambiente forzando así a los consumidores a portar una bolsa de re uso, lo mismo se esperaría con algunos productos de consumo diario, por ejemplo, los vegetales, frutas y otros incluidos en la cocina diaria, que pueden ser empacados en polímeros, pero al llegar a cocina se desecha su empaque. En sí el reciclaje emplearía la habilidad del consumidor final por aprovechar al máximo los recursos disponibles sin la necesidad de adquirir nuevos productos que otorguen el mismo beneficio generado debido que ya poseen en sus hogares.

### **1.5.1. Características**

Comprenderá las propiedades físicas, químicas, maleables, de contenido, del grado de contaminación al medio ambiente y la viabilidad de poder ser transformado el producto, material o elemento, esto es lo que conforme el complejo contenido de las características del reciclaje, debe evitar que un producto o material que es desecho pueda terminar en basura, algunos de esos productos requieren menor energía de transformación o energía de procesamiento esto mejoraría la viabilidad hacia la economía circular, la intención de la economía circular es mejorar las ganancias, reducir las inversiones y aprovechar los recursos disponibles.



Figura 12. **Características del reciclaje**

<b>Reciclaje</b>	Conservación o ahorro de los recursos naturales y energía de fabricación.
	Disminución del volumen de residuos que hay que eliminar.
	Protección del medio ambiente.
	Mejoramiento de la economía donde sea implantada, debido a que reduce el consumo de materias primas y energía que representan los mayores costos de inversión en el proceso productivo.

Fuente: elaboración propia.

Adoptarse hacia estas características en GIRCA representa un conjunto de ventajas debido a que la empresa podría incorporar estrategias medio ambientales con múltiples propósitos, el principal de ellos es la reducción de emisión de contaminantes hacia el medio ambiente, ya sea con materiales sólidos o líquidos químicos, el segundo representaría una ventaja económica, evaluando que materiales, que equipos y que herramientas pueden re utilizarse en nuevos proyectos optimizaría la compra de *stock* de inventarios.

### **1.5.2. Tipos de reciclaje**

Conforme normas internacionales se pueden clasificar en materiales orgánicos, inorgánicos, de papel, de plástico, de vidrio, químicos y eléctricos, el primer paso es la separación de su misma categoría para evitar contaminación cruzada en el proceso de re transformación, para esto se emplean dos circuitos, el primero consiste en transformar el material de reciclaje en el mismo material como materia prima, el segundo circuito convierte el material de reciclaje en otros

artículos, sin importar que sea del mismo material hacia un nuevo producto o por descomposición química.

Tabla II. **Tipos de reciclaje**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Reciclaje mecánico	Método por el que se hacen uso de todas aquellas técnicas y procesos donde se incluya el trabajo manual o ayudado por maquinaria. Se emplea mayormente en reciclaje de plásticos y clasificación de residuos mezclados.
Reciclaje químico	Método por el cual se incorporan procedimientos técnicos que implican el cambio de la estructura química de un cierto elemento o material. Dentro de sus principales objetivos es obtener la descomposición del polímero para obtener monómeros, pueden emplearse en el proceso disoluciones, hidrólisis e hidrogenación, entre otros.
Reciclaje energético	Método diseñado para reciclar materiales cuyo fin es el aprovechamiento calorífico o energético, cumplen con estas características todos aquellos residuos que no pueden ser recuperados o clasificados, debido a que representan una mayor ventaja en procesos de incineración de residuos, pirólisis y gasificación.
Reciclaje por residuo	También conocido como compostaje, es un método o técnica comúnmente empleada en vertederos municipales de basura, la idea es buscar cierto grado de degradación de toda aquella materia orgánica presente en exposición directa o con ausencia de oxígeno.

Continuación tabla II.

<p>Reciclaje de papel y cartón</p>	<p><i>Método comúnmente reconocido a nivel mundial, se recolecta el material en diferentes fuentes, luego se traslada hacia una planta de procesamiento, se requiere de maquinaria industrial para separar, moler y procesar la materia prima, posteriormente se procesa en una pulpa que será re transformada en papel o cartón, para el proceso final se deberán agregar resinas, aditivos para otorgar mayor resistencia, puede secarse al aire libre o en hornos.</i></p>
<p>Reciclaje de plástico mecánicamente</p>	<p><i>En este proceso se recogen o se recolectan materiales de plásticos se depositan en una maquinaria industrial que lo muele, pica y separa, posteriormente se lava para entregarse como materia prima a otra planta de procesamiento. En este proceso puede reducirse a partículas milimétricas para procesarse en tornillos de extrusión.</i></p>
<p>Reciclaje de plástico con químicos</p>	<p>Se emplean procesos controlados en laboratorios en la transformación del reciclaje es necesario utilizar químicos para la degradación del material que está siendo reciclado, la intención es alcanzar la separación de moléculas simples.</p>
<p>Reciclaje de plástico con pirólisis</p>	<p>Se emplean altas temperaturas con ausencia de hidrógeno.</p>
<p>Reciclaje de plástico con hidrogenación</p>	<p>Se emplean altas temperaturas con presencia de hidrógeno.</p>
<p>Reciclaje de vidrio</p>	<p>Se deberá separar el vidrio por el tipo de uso primario, no se pueden mezclar aquellos envases que fueron utilizados para químicos nocivos con envases que fueron utilizados en transporte de alimentos. El vidrio es uno de los materiales que puede formar parte de un ciclo infinito de reciclado por sus características físicas y químicas no pierde su esencia.</p>

Continuación tabla II.

<p>Reciclaje de pilas y baterías</p>	<p><i>El manejo de estos elementos y sus residuos se considera altamente peligroso debido a la presencia de metales pesados, para el reciclaje se emplean procesos mecánicos con el uso de una trituradora refrigerada, posteriormente se debe lavar con abundante agua los sólidos, se traslada por mesa vibratoria para separar metales ferrosos de no ferrosos, plástico, papel y polvo de baterías. Todos los elementos posteriormente a separarse se agrupan en contenedores especiales para ser vendidos a empresas que requieren de ellos por separado.</i></p>
<p>Reciclaje de chatarra o metales</p>	<p><i>Luego de la recolección en diferentes puntos establecidos o en los vertederos públicos, se traslada la carga completa a una planta de procesamiento, la chatarra y los metales representan una fuente importante de materias primas para nuevos procesos productivos, para la creación de estructuras metálicas o para diferentes artículos diseñados para infraestructura, carreteras o la industria en general. En el proceso de reciclaje es necesario utilizar maquinaria industrial, inicia con la separación de elementos diferentes al metal, mediante el proceso de separación, posterior a eso se tritura el metal o chatarra para colocarse en cubos de metal que ingresan a hornos de fundición, la materia prima son lingotes de metal con determinada especificación química y porcentaje de carbón, entre otros.</i></p>

Continuación tabla II.

<i>Reciclaje de aparatos eléctricos y electrónicos</i>	La recolección puede realizarse en centros comerciales con la colocación de contenedores que eviten cualquier fuga de partículas sólidas o líquidas. Posterior a eso se trasladan hacia una planta de procesamiento donde pueden separarse por componentes pequeños, medianos a grandes, se retiran las placas de su base para tratarse manualmente, algunas pueden incluir oro en sus soldaduras. El otro equipo que no puede ser trabajado manualmente se deberá triturar para procesarse, separando metales de plásticos, se clasifican para poder ser vendidos como materias primas en otras industrias.
--	--

Fuente: CLOW Kenneth. y BAACK, Donald. *Técnicas y herramientas para el reciclaje*. pp. 60-69.

Según la tabla anterior se presentan los tipos de reciclaje comúnmente utilizados en Guatemala, el crecimiento de normas nacionales e internacionales para regular los desechos de fábricas textiles, fábricas de procesamiento de alimentos o cualquier industria que genera contaminantes impulsa los cambios constantemente para emplear protocolos adecuados en su manejo responsable.

#### **1.5.2.1. Plásticos, latas y briks**

Para los procesos de reciclaje y su clasificación es necesario establecer a que familia podrían pertenecer estos productos, la composición original permitirá asignar a que subproducto o sub proceso pueden ser incorporados.

Tabla III. **Clasificación de plásticos, latas y briks**

<b>Material</b>	<b>Tipo de clasificación</b>
PET	Botellas de agua y bebidas, envases de alimentos.
HDPE	Bolsas plásticas, bolsas de yogurt, productos de limpieza.
PVC o V	Mangueras, cables eléctricos, tubos y cañerías.
LDPE	Algunas botellas, bolsas muy diversas, bolsas de basura y manteles.
PP	Envases de aderezos, algunos shampos, tapas, envases snacks.
PS	Vajillas desechables, bandejas de comida.
<i>Briks</i>	Envases de comidas de mascotas, envases <i>doy pack</i> .
Latas	Latas de bebidas fabricadas de aluminio.
	Tarros de conservas.

Fuente: elaboración propia.

### 1.5.2.2. **Papel y cartón**

En general se recolecta y se procesa todo el desperdicio asociado al papel, generalmente el que es desechado en oficinas, comercios o centros académicos, el cartón se recolecta en industria por empresas que reciben sus materias primas en cajas o productos que serán vendidos al detal por separado, debido a que es un producto común con alto flujo de demanda. El papel puede ser separado por color o en blanco, esto incrementa la oportunidad de reventa al procesar papel blanco, todos estos materiales de preferencia deberán estar libres de contaminantes químicos y de humedad.

### 1.5.2.3. **Vidrio**

En general, este producto puede obtenerse por productos que ya otorgaron un uso específico o fueron estropeados accidentalmente, por las propiedades

químicas, físicas y de preservación suelen emplearse por largos periodos de uso, es un material que no contamina a su contenido, sin importar su composición, podría almacenarse alimentos por largos periodos, químicos o cualquier tipo de conserva.

#### **1.5.2.4. Restos de alimentos**

Con el crecimiento de nuevas tecnologías para procesar materiales orgánicos e inorgánicos se presentan modelos de procesamiento de alimentos que no fueron aprovechados en su función original, estos pasan a ser parte de una nueva etapa de producción, en cadenas de restaurantes, restaurantes intermedios, avícolas y granjas de crianza de ganado, cerdos, entre otros, suelen emplearse como principal fuente de alimento los restos provenientes de diversas fuentes.

Los alimentos pueden ser procesados, molidos y mezclados con el concentrado para animales de crianza, dentro de los protocolos de recepción se considera oportuno que no presenten avanzado estado de descomposición, algunas empresas pueden emplear alimentos con 48 horas de vida luego de ser desechados en la fuente de origen, de lo contrario podrían ser procesados como compostaje o abono en otras especialidades del reciclaje. En general el aprovechamiento radica en disminuir materias esenciales fungir como sustitutos alimenticios para ciertos animales, de eso reducir la inversión original y disminuir la emisión de dióxido de carbono a la atmosfera por el proceso de descomposición natural.

#### **1.5.2.5. Objetos no reciclables**

Por su complejidad, por el grado de contaminación o por su diseño original para un solo determinado uso pueden encontrarse objetos en la naturaleza que no pueden ser reciclados, algunos de estos o los más comunes son los que cumplen con necesidades básicas de desarrollo, tal puede ser el caso de químicos específicos, gases industriales, piezas de vehículos, piezas de maquinaria industrial estacionaria o para el sector aviación, dichas piezas u objetos no pueden ser incorporados a nuevos productos, esto resultaría más caro transformarlos que desecharlos responsablemente.

#### **1.6. Ámbito legal**

Para Guatemala existen diferentes entidades públicas y organizaciones privadas que respaldan el cuidado hacia el medio ambiente, promueven la cultura del reciclado y la campaña en la disminución del uso de productos o materiales de un solo uso, tal como se explicó con anterioridad, utilizar bolsas de re uso para las compras en supermercados. Algunas municipalidades han emitido acuerdos legales para evitar la venta, uso y comercialización de productos plásticos y sus derivados en cubiertos de mesa, bandejas de duroport, vasos desechables, entre otros.

En Guatemala el principal órgano legal es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), quienes promueven las leyes creadas por el Organismo Legislativo donde se contemplan las sanciones para toda aquella persona, empresa o actividad febril que comprometa el estado original de los recursos naturales, ya sean ríos, cuencas, valles o desechos de basura clandestinos, a esto se le pueden sumar iniciativas generadas por la Cámara de Industria de Guatemala para la preservación del medio ambiente.



### **1.6.1. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social**

Su enfoque se centra más en el cuidado y atención de calidad hacia los pacientes, dentro de sus reglamentos legales se pueden dirigir hacia las empresas o hacia la población en general guatemalteca por el cuidado del medio ambiente, emplear métodos eficientes para el manejo responsable de sus desechos sin importar que sean hospitalarios, industriales o de vivienda. El compromiso del MSPAS es en función hacia la población en general, no representan ser un ente fiscalizador o de monitoreo hacia el impacto negativo con el medio ambiente, pero si pueden trasladar informes circunstanciales hacia las dependencias estatales involucradas en el cuidado del medio ambiente.

### **1.6.2. Disposiciones generales según el MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)**

El MARN obtiene su base legal según el decreto 68-86 del congreso de la República de Guatemala con la emisión y promulgación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Las disposiciones generales y sus principios legales hacia la gestión ambiental en escenarios de prevención radican por el ordenamiento territorial, es obligatorio ingresar toda gestión donde se relacione el uso de tierras ya sea para ocio o proyectos de infraestructura nuevos.

Posee su propia normativa en calidad ambiental, es necesario tramitar licencias de impacto ambiental para apertura, cierre o modificaciones de los negocios tipificados en su normativa ambiental, de tal forma que no pueden otorgarse permisos de remozamiento o de construcción sin la autorización previa del MARN esto con la intención de monitorear las empresas que se encuentran actualizadas y cuáles son los desechos o descargas contaminantes hacia el medio ambiente.

El MARN desempeña un papel importante para el cuidado ambiental en todo el país, fortaleciendo a instituciones paralelas que protegen los recursos naturales, zonas boscosas y recursos hídricos, por lo que se han concentrado bases de datos con sistemas de información geográficos que permite a sus monitores evaluar si dichas áreas de incidencia presentan brotes de contaminación o se encuentran bajo control. Todos estos estándares promueven un conjunto de leyes que permiten sancionar a empresas o comercios informarles con el incumplimiento de los reglamentos de protección hacia el medio ambiente, es importante destacar que esta entidad pública se apoya en autoridades como la policía nacional civil para ejecutar ordenes relaciones con la contaminación o acciones negativas hacia el medio ambiente.

### **1.6.3. Prevención en el trabajo conforme normas y reglamentos de contingencia por COVID-19**

A principios del año 2020 ingresa al país un nuevo virus que fue reconocido por su peligrosidad y letalidad, ante la incertidumbre y el desconocimiento del mismo no se aplican mecanismo de prevención para reducir el nivel de contagio, esto afecta gradualmente en el país desde la zona central se extiende hacia los departamentos de la república, provocando altos índices de contagio asociados a muertes, las autoridades inician programas de prevención emitiendo acuerdos gubernamentales y decretos nacionales donde se obliga a todas las empresas a implementar protocolos de seguridad, distanciamiento físico y uso de equipo de protección personal.

Tabla IV. **Acciones a implementar en GIRCA para la prevención de contaminación hacia el COVID-19**

<b>Acción</b>	<b>Actividades asociadas</b>
Detección oportuna	Se deben establecer mecanismos internos en las instalaciones con los que se permitan identificar, aislar y notificar casos positivos del personal que labora, asimismo aquellas personas en general que manifiesten signos o síntomas relacionados al COVID-19, aunque sean visitantes o personal de otras empresas.
Distanciamiento físico	Se reconoce como una medida o estrategia que permitirá reducir los riesgos de contagio, esta acción es aplicada hacia los empleados y visitantes, en la sala de espera se señaló con medidas mínimas entre puestos de espera. Si es necesario se distribuirán algunas tareas distintas al personal administrativo para evitar la aglomeración.
Limpieza y desinfección	Se implementarán protocolos de limpieza y desinfección conforme al tráfico de clientes o visitantes, es necesario que en bodega se disponga en todo momento de químicos empleados en la desinfección, alcohol en gel para manos y todo aquel equipo especializado que permita trabajar con bajo nivel de riesgo al personal de limpieza, según normas internacionales es necesario emplear alcohol líquido con volumen de alcohol al 70 % para desinfección de puestos de trabajo, asientos en sala de espera y toda aquella superficie que se encuentre expuesta o en contacto con las personas que visitan diariamente.
Formación y comunicación	El administrador general realizará el plan de capacitación y formación dirigido a todos los colaboradores de GIRCA acerca de las nuevas medidas a adoptar en prevención y minimización de la exposición hacia el COVID-19, de igual forma se diseñarán las estrategias necesarias o protocolos de cómo actuar en caso que se presente un caso positivo a las instalaciones.

Fuente: elaboración propia.

#### **1.6.4. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE)**

Se constituye en base a la ley general de electricidad contenida en el decreto 93-96 del congreso de la república de Guatemala, donde se establece que corresponde a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica velar por que se alcance el cumplimiento en las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, también la protección de los derechos de los usuarios, también, emitir todas aquellas normas relativas al subsector y fiscalizar por el cumplimiento

de prácticas internacionales aceptadas en la generación, distribución y conexión de energía eléctrica.

Tabla V. **Objeto de las normas según la CNEE**

Iniciativa del objeto	Descripción y alcance
Definir y regular	Las características técnicas de las nuevas instalaciones que han de conectarse a la red de Empresa Eléctrica de Guatemala, con el propósito de conciliar y armonizar aspectos de construcción y del servicio, dentro del área de responsabilidad de cada parte, distribuidor y usuario.
Facilitar	El trabajo de electricistas, ingenieros, constructores y todos aquellos que estén involucrados con aspectos relacionados con el suministro de energía eléctrica.
Mejorar	La calidad del servicio con el uso de materiales que formen parte de la normativa de Empresa Eléctrica de Guatemala, aprobada por la CNEE y que cumplan las normas reconocidas a nivel nacional e internacional.
Garantizar	La seguridad de las personas y las instalaciones.

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala. *Normas empresa eléctrica de Guatemala*. p. 5.

La CNEE es un ente autoritario y fiscalizador para aquellas empresas que se involucran con proyectos eléctricos, establecen un conjunto de requisitos conforme el trabajo con baja, media o alta tensión, la forma en que el personal puede trabajar y los protocolos de seguridad en general.

### 1.7. **Municipalidad de Asunción Mita**

Las municipalidades poseen cierto nivel de autonomía para establecer acuerdos municipales que sirven como principios de ley los que deben respetarse para poder trabajar apegados a la ley, en la municipalidad se tramitan permisos especiales para los trabajos asociados a GIRCA donde se describe por completo que tipo de proyecto se deberá realizar, quien es el contratista y cuáles pueden ser las tareas a desarrollar. Se tramitan permisos especiales para los vehículos

de la empresa que pueden encontrarse en lugares públicos o privados trabajando con desconexión de las fases en media tensión.

### **1.7.1. Permisos y autorizaciones municipales**

La municipalidad otorgará permisos temporales para trabajar en sus límites geográficos, los permisos no representan que GIRCA puede presentarse como una subsidiaria municipal o extensión de la municipalidad para realizar cobros por servicios eléctricos, tampoco puede realizar o ejecutar proyectos que no han sido autorizados, se exceptúan aquellos casos donde se presentan emergencias que requiere desconectar una acometida del poste de alimentación o del transformador distribuidor. Posterior a cubrir la emergencia se presenta un informe detallado justificando las acciones y tareas realizadas.

Los permisos requieren la solicitud formal con el bosquejo del proyecto a realizar, la temporalidad estimada, la cantidad de personal estimada, los horarios y días necesario para alcanzar el resultado final, el departamento de Proyectos evalúa la solicitud donde requiere ciertos permisos adicionales en la carpeta, de estar en conformidad y con la papelería completa se otorga el permiso para la explotación del proyecto y el uso de vehículos especializados.

En este departamento es donde se concentra la mayor parte del recurso físico, humano, informático, vehículos y presupuestario, sus niveles de exigencia son aún mayores, se conforma por jefes de vehículos, jefes de cuadrilla, supervisores de pilotos, supervisores de cuadrillas, pilotos, técnicos eléctricos y mecánicos automotrices. Todos ellos trabajan con sincronización para alcanzar las metas establecidas, la empresa ha logrado destacar en su medio por alianzas estratégicas y por lograr distribuir a su personal en cinco proyectos al mismo tiempo, algunos de estos proyectos requieren menor tiempo de ejecución

comparados con otros de mayores dimensiones o desarrollo por infraestructura en obra civil.



## **2. SITUACION ACTUAL**

### **2.1. Departamento de Proyectos**

Es uno de los principales departamentos en GIRCA, por medio de ellos se gestionan nuevos proyectos, se promueven estrategias para lograr satisfacer la demanda creciente por clientes antiguos y nuevos clientes quienes requieren ejecutar trabajos domiciliarios, trabajos en industria con baja tensión, trabajos en industria con media tensión y trabajos al sector público a cielo abierto con media tensión.

La fortaleza de este departamento radica en el aprovechamiento de los recursos disponibles, su filosofía de trabajo se centra en lograr alcanzar las metas mensuales con los menores índices de pérdidas o faltantes, su personal se encuentra competentemente comprometido con las tareas asignadas, el trabajo con energía eléctrica demanda el compromiso de cada persona en la ejecución cada proyecto, el mínimo error puede producir un evento en cadena con daños irreparables.

El gerente de proyectos trabaja dentro y fuera de las instalaciones, cuando el rol o la situación lo demanda puede trasladarse hacia un proyecto en ejecución para evaluar personalmente si cada trabajador cumple con sus tareas asignadas, los supervisores se apoyan constantemente en el gerente ya sea por su amplia trayectoria en proyectos similares a los que se puedan desarrollar o por la experiencia compartida, cada proyecto nuevo debe ser autorizado por el gerente, durante el proceso de desarrollo se reúnen desarrolladores, supervisores y algunos cuadrilleros para establecer parámetros, alcances por la empresa, con



ciertos niveles de peligro y grados de complejidad durante el desarrollo del mismo.

Tabla VI. Tipos de proyectos

Área de Desarrollo	Descripción y alcance
Climatización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro e instalación de soluciones de enfriamiento de confort, refrigeración, ventilación, filtración de partículas, calidad de aire.</li> <li>• Supervisión de proyectos de soluciones de climatización, importación directa de equipos para control del clima en interiores.</li> <li>• Diseños estratégicos y cálculos basados en normas nacionales e internacionales para interiores.</li> </ul>
Iluminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y calculo según el área de interés, estudios de iluminación de acuerdo a normas legales nacionales y en base al reglamento de salud y seguridad ocupacional.</li> <li>• Suministro e instalación de sistemas led para interiores y exteriores.</li> <li>• Suministro convencional para interiores y exteriores.</li> <li>• Importación directa de equipo para instalación de luminarias, incluyendo las luminarias.</li> <li>• Supervisión de proyectos de iluminación a cielo abierto.</li> <li>• Iluminación comercial e industrial.</li> </ul>
Obra civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios de ingeniería.</li> <li>• Mediciones de cargas en instalaciones.</li> <li>• Elaboración de planos.</li> <li>• Remodelaciones en interiores y exteriores.</li> <li>• Trabajos de obra civil en interiores, industria y a cielo abierto.</li> <li>• Supervisión de estructuras en industria.</li> <li>• Mantenimiento de redes eléctricas para interiores, industria y exteriores.</li> </ul>
Retorno de inversión	Estudios de retorno de inversión (ROI), relacionados a proyectos de iluminación y para equipos de aire acondicionado.

Continuación tabla VI.

Automatización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro e instalación de soluciones de automatización para baja y media tensión. climatización e iluminación.</li> <li>• Soluciones Wireless para iluminación y aire acondicionado.</li> <li>• Soluciones y plataformas amigables con protocolos de comunicación estándar.</li> <li>• Aplicaciones residencial y comercial.</li> </ul>
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisión y ejecución de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.</li> <li>• Servicios profesionales de estudios eléctricos.</li> <li>• Cálculo y diseño de sistemas eléctricos basado en los estándares internacionales.</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento preventivo y correctivo para sistemas de aire acondicionado.</li> <li>• Mantenimiento preventivo y correctivo para planta de emergencia eléctrica.</li> <li>• Mantenimiento preventivo y correctivo para líneas de transmisión de media potencia.</li> <li>• Mantenimiento preventivo y correctivo en casas residenciales.</li> <li>• Contratos de servicios y extensión de garantías.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Estos proyectos presentes en la tabla anterior son los que representan la mayor demanda en trabajo a la empresa, considerando que algunos de ellos pueden estarse ejecutando al mismo tiempo en un radio de 5 kilómetros es compromiso total para elaborar la distribución ideal en vehículos, personal, tiempo y equipos generales que permitan trabajar eficientemente, entregarlos sin contratiempos y evitar errores humanos.

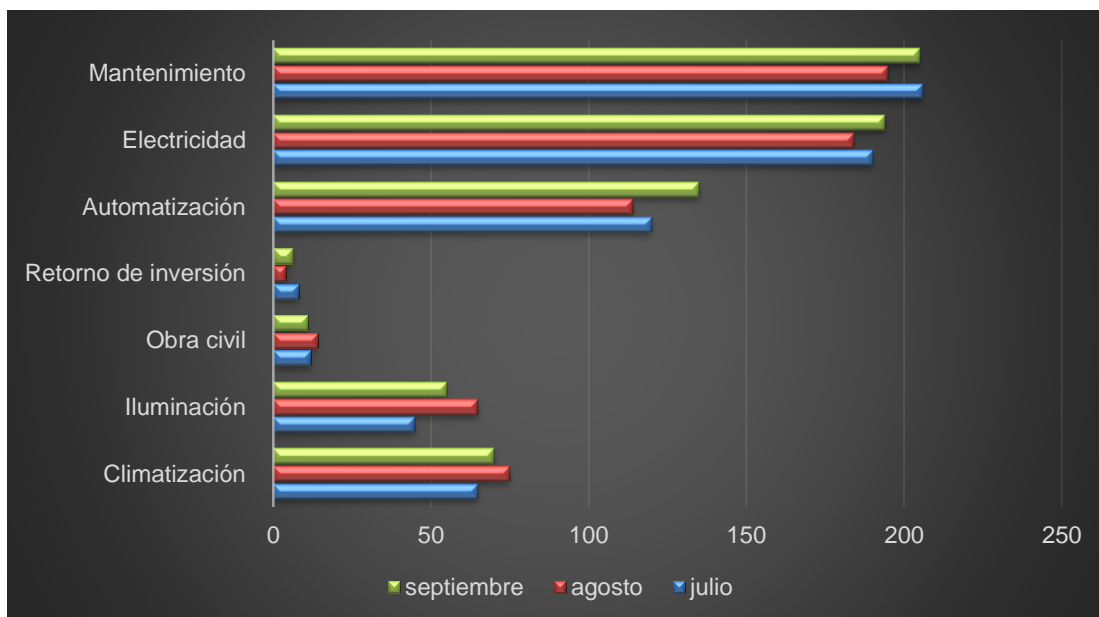
Mensualmente pueden ejecutarse hasta 25 proyectos domiciliarios, 15 proyectos en industria y 45 proyectos a cielo abierto en infraestructura de media tensión.

Tabla VII. **Proyectos ejecutados al tercer trimestre 2021**

Área del proyecto	Julio	Agosto	Septiembre
Climatización	65	75	70
Iluminación	45	65	55
Obra civil	12	14	11
Retorno de inversión	8	4	6
Automatización	120	114	135
Electricidad	190	184	194
Mantenimiento	206	195	205

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Proyectos ejecutados el tercer trimestre 2021**



Fuente: elaboración propia.

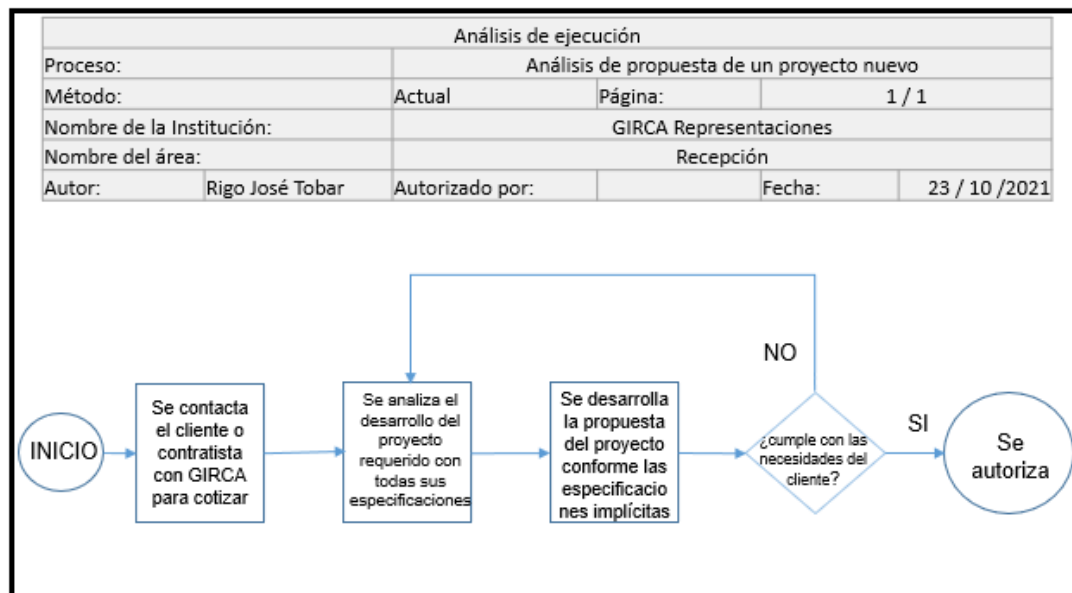
Los proyectos de mayor demanda son de mantenimiento, seguidamente los de electricidad, climatización es otra demanda constante y en menor grado la evaluación del retorno de inversión.

### 2.1.1. Análisis de ejecución

Durante el proceso de desarrollo técnico de cada proyecto es sometido a diferentes filtros de aprobación, en este proceso se involucran los supervisores y las jefaturas del departamento de Proyectos, trasladando el desarrollo final al gerente del departamento quien evalúa la propuesta, conforme a las viabilidades presentadas, mide los alcances del mismo, el compromiso final, la cantidad de recursos asignados y las posibles debilidades en su ejecución, posterior a evaluar todo este panorama otorgar el visto bueno o lo somete a un conjunto de ajustes para optimizar la propuesta en el desarrollo del mismo.

Cada proyecto deberá ser evaluado, mejorado, optimizado y autorizado, dentro de este proceso es necesario emplear un diagrama de flujo.

Figura 14. Análisis de ejecución de un proyecto nuevo



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

### **2.1.1.1. Geografía para proyectos**

En la empresa se poseen permisos especiales otorgados por la municipalidad de Asunción Mita y Jutiapa, con permisos especiales emitidos por la CNEE y algunas licencias de trabajo otorgadas por el MARN, donde se autoriza a la empresa a trabajar en los límites del departamento en mención, si un contratista por necesidad requiere extender su proyecto hacia las afueras del departamento se realizarán los tramites especiales en las diferentes oficinas gubernamentales para evitar multas, sanciones y cancelación de licencias de trabajo.

Dentro del territorio en mención se poseen permisos legales para realizar trabajos domiciliarios, industriales y públicos con baja tensión o con media tensión, de lo contrario el personal puede ser trasladado por fuerzas del orden público y someterse a una demanda legal. La distribución de los proyectos para el tercer trimestre del año 2021 se presenta en la tabla VII de esos se puede indicar que la mayoría se distribuyen en el casco urbano, donde se presenta mayor concentración de industria en general.

## **2.2. Planeación de proyectos de baja tensión y media tensión**

La empresa realiza diferentes tareas preparatorias en el proceso de contratación de servicios, el contratista se pone en contacto con el departamento de Proyectos solicitando una visita domiciliar hacia el lugar donde se desarrollará el proyecto, se asigna a un supervisor por el grado de conocimiento, la facilidad de comunicación, por el nivel de experiencia y por el amplio conocimiento en proyectos similares al que se deberá ejecutar, ya en la visita se evalúan todas aquellas consideraciones básicas sobre lo que se desea desarrollar.

Algunos proyectos no poseen infraestructura o trabajo de obra civil ya desarrollada, será necesario trabajar paralelamente con otra empresa desarrolladora, estos aspectos se incorporan a la planeación del proyecto para determinar los avances propios si es que dependerán del avance de otros requerimientos necesarios, por ejemplo en una red eléctrica domiciliar o industrial es prescindible que se posea la fachada de paredes, pisos y techos, porque el cableado estructural se distribuye sobre ellos.

Los permisos y autorizaciones legales son otro requisito dispensable, de no poseerlos no se autoriza la puesta del personal en la obra y la ejecución del proyecto, porque se incurre en sanciones municipales. La persona que visita el área del proyecto será acompañada por el representante del contratista o por el propio contratista para especificar qué tipo de materiales será necesario emplear, evaluar si las distancias y datos levantados del proyecto coinciden con la planimetría, de no poseer planimetría se realiza el levantamiento de mediciones.

Con los trabajos a cielo abierto es menos complejo, puesto que todo trabajo con media tensión es repetitivo, solamente se evalúan aspectos generales que retrasen la ejecución de las tareas necesarias, ya sea por movimiento de tierras, limpieza o desmontado de áreas comunales, estabilización de terrenos para maniobra con camión de brazo extendible, horarios de circulación y densidad del flujo vehicular para asignar personal extra en la regulación del tráfico, entre otro conjunto de aspectos necesarios que se evalúan.

Con el cumplimiento de la visita técnica, se establecen las bases de lo que será el proyecto se presenta una cotización al contratista, de aceptarla se procede al desarrollo técnico, se presenta a Gerencia General para posteriormente presentarse al cliente, de obtener Vo. Bo. se ejecuta el proyecto.

### **2.2.1. Estudios económicos**

Para GIRCA puede representar una bifurcación, se puede realizar un proyecto de estudio económico interno sobre el proyecto que se propone y se estará ejecutando, de ejecutarse se realizar una evaluación sobre el 50 % del proyecto ejecutado para evaluar el uso y aprovechamiento de los recursos asignados, de ser necesario asignar más recurso humano para disminuir los tiempos de entrega, en general se realizará esta auditoría para evaluar los aspectos generales del proyecto, de poder demostrarse deficiencias, pérdidas de tiempo, perdidas de inventario sobre los productos asignados o destrucción de equipos se procede a una reunión de jefes de área para establecer cuales podrán ser las nuevas estrategias a implementar.

Para los contratistas se oferta el servicio de estudios económicos en proyectos ya ejecutados por otras empresas, propuestas de estudio económicos en nuevos proyectos y evaluación de resultados en instalaciones domiciliarias o industriales ya en operaciones, la necesidad radica para evaluar si la inversión obtendrá el retorno esperado, luego de eso evaluar si la inversión generará el valor de excedente proyectado, aunque no se otorguen datos por el desarrollador original del proyecto ya ejecutado GIRCA recrea el ambiente propuesto con valor originales estimados, a partir de eso se realizan los cálculos necesarios y se presentan los resultados al contratista.

Todo estudio económico involucra recurso humano, alcance general del proyecto, ubicación geográfica del proyecto, materiales de obra gris necesarios, tipo de proyecto conforme el uso final, equipos eléctricos necesarios para su elaboración, materiales complementarios como luminarias, equipos de aire acondicionado, cable de cobre, grosor del cable a emplear, área útil del proyecto y el valor total del proyecto.

### **2.2.2. Coordinación de proyectos**

Luego de que ya se ha establecido que tipo de proyecto se ejecutará, se desarrolla la propuesta se obtiene los permisos internos por las autoridades involucradas, se presenta el proyecto al contratista de quien se obtiene la autorización de ejecución, se procede a realizar los trámites necesarios en las diferentes oficinas legales, con la autorización de todas estas unidades de ejecución se traslada al gerente de proyectos quien es el responsable de coordinar al personal, asignar los vehículos necesarios, asignar la cantidad de jefes de cuadrilla, supervisores y técnicos para el trabajo requerido.

En este proceso es necesario que se posea la cuantificación de materiales, recursos humanos y recursos de equipos para asignarse al proyecto la distribución de horarios o tipos de jornadas de trabajo, algunos proyectos requieren ejecución en la noche, otros proyectos no pueden detenerse por esto GIRCA asigna personal rotativo, para no exceder las 12 horas de trabajo diario.

Con el panorama general distribuido y con la asignación del personal necesario se trasladará un puesto base en el proyecto de ser necesario, porque algunos requieren extensión de bodega para cables, equipos, luminarias o todo aquel tipo de material empleado en la construcción del mismo. La coordinación en sí representa la distribución eficiente del personal, tiempo y recursos necesarios para alcanzar las metas del proyecto, con proyecto pequeños es menor el grado de complejidad involucrada pero siempre requiere el mismo grado de compromiso por las personas responsables, se evalúa a partir de que no involucran el manejo responsable de los desechos generados por cada proyecto, el personal ha sido capacitado para retirar, instalar y cargar en los vehículos los desechos obtenidos en cada proyecto.



### **2.2.3. Logística de recolección de residuos**

Actualmente la empresa al ejecutar proyectos de instalación de equipos eléctricos nuevos, introducción de red eléctrica o trabajos a cielo abierto recolecta todos los desechos sólidos o líquidos colocándolos en la unidad de transporte asignada, donde se mezclan con otras herramientas y equipos necesarios para los trabajos diarios, al concluir el trabajo en el lugar se movilizan hacia las instalaciones donde estos residuos y desechos se mezclan con la basura común en un contenedor instalado en el patio de maniobras. No se presenta clasificación de los desechos o separación por tipo de material.

### **2.3. Mercadeo**

En este departamento se diseñan las estrategias para comercializar los servicios y productos que propone GIRCA, están bajo la dirección del Gerente General, no es un departamento grande se compone por 4 personas uno de ellos es el jefe de grupo y 3 más son colaboradores, su trabajo diario consiste en realizar estrategias de publicidad, darles seguimiento a llamadas de nuevos clientes, enviar información por correo o por otros canales digitales.

En algunas ocasiones se designa personal de este departamento para realizar visitas a proyectos que se encuentran en fase de construcción o de obra gris para ofertar los servicios y equipos eléctricos disponibles. Se debe realizar visitas y ventas directas se comprometen a respaldar a los clientes durante el desarrollo de sus proyectos optando a una figura de consultor y asesor de proyectos, esta imagen a representado un incremento en las evaluaciones por credibilidad de sus clientes y en ocasiones otras empresas solamente les venden los productos o materiales, les realizan el desarrollo del proyecto, pero no les brindan información en la transición del mismo.

### **2.3.1. Tipos de servicios**

El jefe de grupo evalúa que tipos de proyectos se encuentran en ejecución y cuál sería la disponibilidad de personal, vehículos y *stock* de inventarios disponible para poder comercializar, dicha acción se realiza cada tres días, para obtener actualización de datos e información nueva clasificada. Al evaluar sobre la disponibilidad de estas variables se trazan nuevas metas de tal forma que los compañeros de área inician a realizar llamadas, visitas y enviar correos informativos para ofertar productos o servicios.

La mayoría de los servicios desarrollados en este departamento se enmarcan en todas aquellas actividades relacionadas con la publicidad, mercadeo, promoción, visita domiciliar y generar tráfico de consultas por clientes nuevos, destaca dentro de sus actividades el seguimiento a clientes antiguos quienes en su mayoría representan un buen mercado para continuar con nuevos proyectos, la mayoría de estos clientes ha requerido ampliación de proyectos, ejecución de proyectos sustitutos a los ya ejecutados, actividades de mantenimiento preventivo y consultoría para evaluar sus equipos eléctricos.

### **2.3.2. Tipos de proyectos**

En la tabla VI se describen y especifican los proyectos que puede ejecutar la empresa, la empresa ha diseñado programas y modelos de capacitación hacia el personal de mercadeo para que puedan evaluar qué tipo de proyecto se les está requiriendo, puesto que es la fase inicial en la negociación, si este personal no logra reconocer objetivamente los alcances, limitaciones y temporalidad de ejecución los proyectos no podrán ser entregados bajo las cláusulas consignadas, de tal forma que el personal de mercadeo afronta retos constantemente para reducir a su mínima expresión ese tipo de errores.

## **2.4. Tipos de servicios según la demanda**

En el sector eléctrico y para el área de Jutiapa se pueden requerir servicios de instalación, reparación y mantenimiento. Estos tres pueden ser considerados los pilares del trabajo diario, generalmente existe programación para la instalación y el mantenimiento, a diferencia de la reparación que puede considerarse un servicio reactivo, es demandado cuando se presenta una emergencia por corto circuito en conexión eléctrica domiciliar o a cielo abierto, cuando fallan equipos eléctricos en industria de alimentos, restaurantes o gasolineras. Los servicios ya programados poseen cierto número limitado de personal y vehículos asignados, pero si la ocurrencia en una emergencia requiere más equipo del disponible se divide el personal que se encuentra en el proyecto más cercano del lugar de la emergencia, considerando que una emergencia no puede retardar más de dos horas en actividades, para posteriormente programar un tipo de servicio de mantenimiento correctivo.

El mantenimiento se demostró en la figura 13 ser uno de los servicios de mayor demanda, puesto que en la industria en general podría representar un menor costo comparado a la ocurrencia de una falla o paro no programado que puede retardar el programa de producción o detener operaciones en una infraestructura prestadora de servicios como un hospital privado, de tal forma que estos servicios son los de mayor demanda, dentro del casco urbano. Para los trabajos de cielo abierto y trabajos con media tensión se demuestra en la misma figura que la instalación de cableado público de interconexión, instalación de luminarias públicas, instalación de transformadores representan el siguiente servicio con mayor demanda, el crecimiento poblacional, el crecimiento en infraestructura del departamento requiere mayor trabajo diario.

### **2.4.1. Área rural o departamentos**

En el sector o área rural la demanda no es similar a lo que se trabaja dentro del casco urbano, algunas aldeas no poseen acceso a conexión de red eléctrica, en las áreas donde no existe asfalto, pavimento o una ruta transitable es menos probable que exista cableado público de energía eléctrica, se han realizado trabajos hasta una distancia no mayor a 18 kilómetros del centro de Jutiapa, la empresa posee permisos específicos para trabajar exclusivamente dentro del área geográfica de Jutiapa.

### **2.5. Departamento de Seguridad e Higiene Industrial**

Este departamento también se encuentra adjunto a gerencia general, no posee una estructura formal como tal, algunos de los supervisores de cuadrilla han sido capacitados para trasladar la información necesaria a los instaladores de cómo realizar su trabajo, evitando errores comunes y monitoreando que todo el personal posee su equipo de protección personal. Los supervisores de cuadrilla diseñan y ejecutan la programación de capacitaciones, donde se les hace participar a los pilotos, jefes y personal técnico instaladores en los programas destinados a mejorar sus habilidades en el trabajo, incrementar su compromiso personal hacia el desarrollo de trabajo para evitar errores que expongan a los compañeros de trabajo a peligros, aprovechar los recursos disponibles y trabajar en todo momento con empatía.

Para el personal a cargo de estas actividades es importante que todo el equipo de personas de trabajo posea su equipo de protección personal, que este equipo se encuentre en óptimas condiciones y por el nivel de riesgo se cumplan con certificaciones de seguridad para el equipo de protección personal, periodos de vigencia, uso apropiado y reacción ante una emergencia.

Tabla VIII. **Equipo de protección personal**

<b>Equipo</b>	<b>Personal</b>
Botas industriales	Pilotos de vehículos
	Supervisores de cuadrilla
	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores
Casco de seguridad industrial	Pilotos de vehículos
	Supervisores de cuadrilla
	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores
Cinturón ergonómico para carga	Técnicos instaladores
Lentes industriales de seguridad	Pilotos de vehículos
	Supervisores de cuadrilla
	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores
Guantes dieléctricos	Pilotos de vehículos
	Supervisores de cuadrilla
	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores
Camisa manga larga de lona	Pilotos de vehículos
	Supervisores de cuadrilla
	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores
Polainas	Pilotos de vehículos
	Supervisores de cuadrilla
	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores
Protector auditivo	Pilotos de vehículos
	Supervisores de cuadrilla
	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores
Gabacha dieléctrica	Jefes de grupo
	Técnicos instaladores

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Guía de verificación propuesta para la portación del equipo de protección personal y herramientas auxiliares**

GUÍA DE VERIFICACIÓN DE EPP					
Responsable:			Fecha:		
Cantidad de personal verificado:		Placas del vehículo asignado:			
		# correlativo para archivo:			
Tipo de proyecto asignado:					
Marcar con una X según la casilla que representa si porta o no porta el EPP					
Equipo asignado	SI	NO	Equipo asignado	SI	NO
Botas industriales			Casco de seguridad		
Lentes de seguridad			Cinturón ergonómico		
Guantes dieléctricos			Camisa manga larga		
Polainas			Protector auditivo		
Gabacha dieléctrica			Arnés		
Línea de vida			Anclaje móvil		
Maneas para ascenso a poste			Líneas de mano (lazos)		
Observaciones: en este espacio se deberá anotar cualquier debilidad encontrada durante la revisión de los equipos, o por debilidades encontradas en el personal por mal uso de los equipos, por portarlos en mal estado o por extraviarlo.					
Firma de revisión archivo interno					

Fuente: elaboración propia.

### 2.5.1. Salud y seguridad ocupacional

En la empresa han creado un programa denominado protección al colaborador, este programa se basa en el decreto 229-2014, mediante un conjunto de protocolos de seguridad diseñados para los trabajos en interiores, trabajos en alturas, trabajos a cielo abierto o incluso el tipo de actividades que se desarrollan diariamente dentro de las instalaciones se ve el compromiso por el personal en realizar sus actividades de forma organizada, ordenada y con la seguridad correspondiente.

La seguridad es una regla en la empresa de no apegarse a la cultura responsable del trabajo los empleados pueden ser sancionados, es parte de la información presentada por los supervisores de seguridad industrial, está totalmente prohibido que cualquier trabajador de la empresa sin importar el rango o cargo ostentado se presente en estado de ebriedad o con efectos de cualquier droga.

Figura 15. **Pilar de seguridad ocupacional en la empresa**



Fuente: GIRCA Representaciones. *Manual de seguridad*. p. 13.

Dentro de sus instalaciones y en los vehículos empleados para los trabajos diarios se encuentra la pirámide de seguridad ocupacional de la empresa, la misma fue creada por el personal que evalúa estos aspectos generales, se utiliza en las capacitaciones mensuales, cuando se contrata nuevo personal se le familiariza con la misma para que este enterado que desde ese momento deberá trabajar apegado a estos principios y fundamentos.

En la parte central se localiza el trabajo en equipo, que representa la unión de los compañeros de trabajo, no consiste en trasladar quejas únicamente, consiste en trabajar en respaldo hacia aquel compañero que pueda estar expuesto a un peligro o con probabilidad elevada de riesgo por un accidente que puede ser evitado, dentro de ese concepto los compañeros de trabajo sin importar el rango o superioridad de jerarquía pueden llamar la atención de un compañero que no realice su trabajo responsablemente y que no porte su equipo de protección personal.

En la parte superior se localiza el equipo de protección personal es una herramienta fundamental, prescindible y de obligación, ninguno de los cuadrilleros, supervisores o jefes de grupo se puede presentar a un proyecto sin portar su EPP, pero no solamente eso, también de portarlo deberán de demostrar que se encuentra en buen estado, sin fisuras, muescas o quemaduras, si el equipo presenta este tipo de evidencias podrá solicitar cambio del mismo pero deberá justificar porque se encuentra su equipo en esas condiciones.

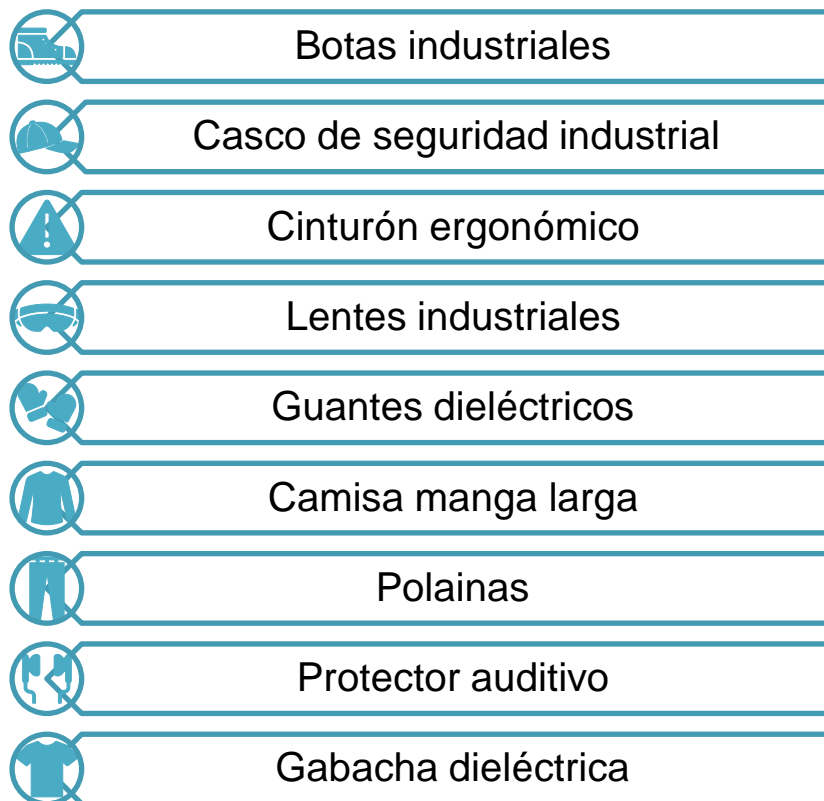
La seguridad industrial y la disciplina son otros valores que sostienen la pirámide de seguridad, se ha trabajado con todo el personal en capacitaciones constantes para identificar cuáles pueden ser las fuentes de peligro, evitar malas acciones en el trabajo y trabajar conforme a lo asignado diariamente.



## 2.5.2. Equipo de protección personal

El equipo se describe en la tabla VIII cada uno de los empleados descritos en dicha tabla que inician labores o se les autoriza el contrato de trabajo, se les asigna su equipo de protección personal, la empresa ha establecido que por las exigencias constantes por la CNEE el equipo que representa mayor porcentaje de resguardo hacia el personal es sustituido anualmente, todo ese equipo deberá poseer normas de seguridad por el fabricante, de no ser así se pueden incurrir en sanciones, demandas legales y cancelación de permisos de proyectos.

Figura 16. **Equipo de protección personal asignado**



Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3. Riesgos laborales

En la empresa se ha desarrollado una matriz de riesgo, conforme el trabajo a realizar, el tipo de voltaje con que se trabaje y el grado de complejidad de tal forma que se ha capacitado al personal para que focalicen su atención hacia ese tipo de peligros asociados al trabajo que realizarán, los riesgos son constantes, el trabajo con energía eléctrica lo permite, al igual el trabajo en alturas o con equipo pesado.

Tabla X. **Matriz de riesgos laborales diseñado por GIRCA**

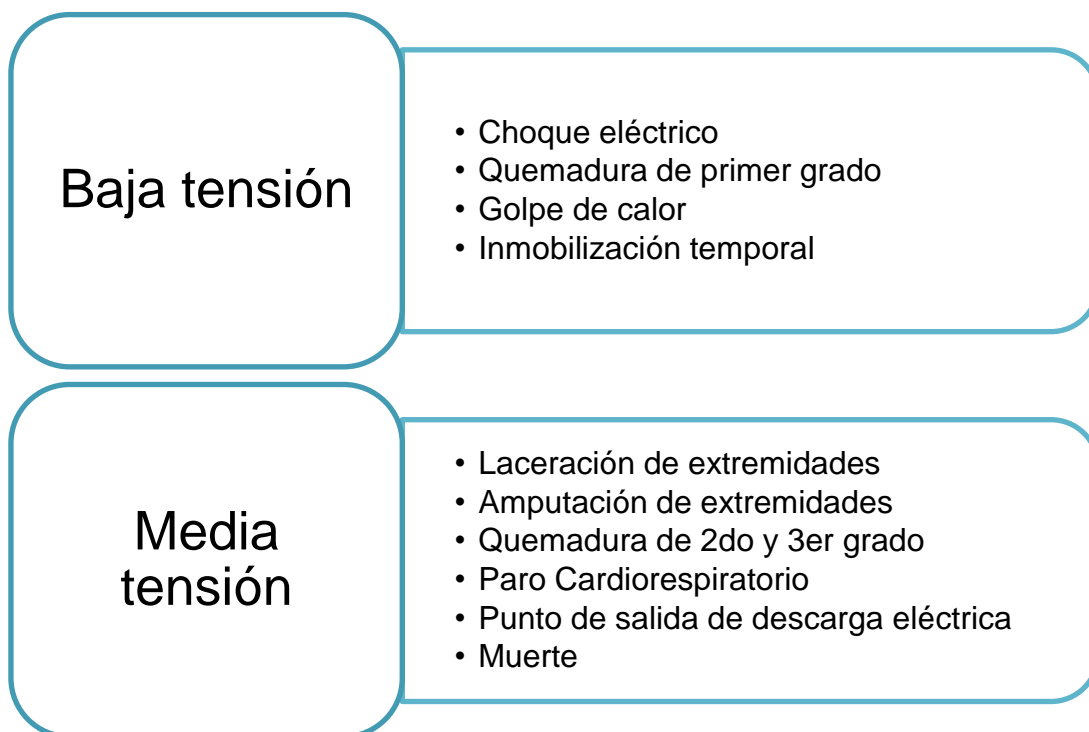
Tipo de proyecto	Leve	Medio	Peligroso	Por grado de tensión eléctrica
Instalación de red domiciliar				<b>Baja tensión</b>
Instalación y distribución de tableros eléctricos				
Instalación de equipos auxiliares mayor a 50 libras				
Instalación de cableado de poste a poste				<b>Media tensión</b>
Instalación de transformadores				
Instalación de circuitos de proyección de postes				
Instalación de luminarias públicas				
Instalación y conexión de planta de emergencia				
Para cada jefe de grupo es importante emplear dicha matriz durante la ejecución de las actividades.	Trabajo que no excede 1.6 metros de altura	Trabajo realizado entre 1.6 a 2 metros de altura	Trabajo realizado desde 2 de altura y a cielo abierto	Todo trabajo con media tensión en interiores también se considera peligroso.

Fuente: GIRCA Representaciones. *Manual de seguridad*. p. 65.

### 2.5.3.1. Eléctricos

Se ha creado una clasificación de riesgos por la empresa para sus empleados, donde se describen que tipos de riesgos pueden resultar del mal trabajo o de la mala práctica en el trabajo o el no portar su equipo de protección personal, los documentos asociadas a la redacción de normas para trabajo con corriente eléctrica establece que es la participación del amperaje que puede provocar cierto grado de inconciencia en la persona, más el choque eléctrico por el voltaje a mayor tensión provocaría mayor daño dentro y fuera de la persona expuesta.

Figura 17. **Riesgo eléctrico por mala práctica en el trabajo**



Fuente: GIRCA Representaciones. *Manual de seguridad*. p. 66.

#### **2.5.3.1.1. Baja tensión**

Los trabajos con baja tensión en su mayoría representan los proyectos domiciliarios donde se trabaja con una sola línea viva de 120V, ya sea dentro o fuera de una instalación y que no requiera manipulación, instalación o reparación de equipos eléctricos industriales. Según la tabla IX de la matriz de riesgos laborales representa riesgos leves hasta alcanzar trabajos con equipos que pesen más de 50 libras.

#### **2.5.3.1.2. Media tensión**

Para esta área de trabajo el riesgo y peligro se intensifica, el voltaje puede alcanzar los 35kV que es un valor crítico para exponer al cuerpo humano, los riesgos son constantes, también se puede incluir en trabajos domiciliarios trabajos con media tensión al realizar sumatoria de tres líneas vivas y algún colaborador puede sufrir lesiones graves. Estos trabajos pueden realizarse dentro de instalaciones industriales, residencias, pero su mayor representación ocurre en trabajos a cielo abierto con la realización de conexiones de poste a poste e instalación de transformadores.

#### **2.5.3.2. Trabajo en alturas**

Según del Acuerdo 229-2014 de Salud y Seguridad Ocupacional, todo trabajo realizado a partir de 1.8 metros de suelo a punto máximo de altura ya es considerado como un trabajo en altura, se requiere que se utilice arnés y todo el equipo de protección necesario para el trabajador, en los proyectos que trabaja la empresa se pueden realizar trabajos dentro y fuera de instalaciones domiciliarios o de industria en general, superando los 3,4,5 metros, los trabajos en alumbrado público requieren trabajo con canasta instalada en los camiones

con brazos articulados. El trabajo en altura puede representar riesgo constante, si el personal no porta el equipo de seguridad industrial asignado podría caer y sufrir fracturas considerables, incluso la muerte.

## **2.6. Departamento de Administración**

El gerente general es la máxima autoridad dentro de este departamento, en el organigrama no se encuentra su estructura expuesta como tal, pero en el trabajo administrativo, planeación y ejecución de los proyectos es quien monitorea, fiscaliza y autoriza los recursos necesarios para que se ejecuten, es la persona responsable por hacer cumplir las cláusulas de contratación entre el contratista y GIRCA.

Sus funciones administrativas le permiten desempeñarse hacia los otros departamentos de la empresa sin interrumpir en las actividades que se puedan estar realizando, su grado de autoridad es superior al gerente de proyectos, por ende, todo el personal bajo esa línea de mando puede otorgar informes verbales o explicación sobre las actividades que se puedan estar realizando en determinado momento.

En las relaciones comerciales es quien sostiene o forma parte de sesiones para nuevos proyectos, donde se reúnen representantes de las empresas contratistas para expresar las necesidades que desean cumplir, al igual de someter a discusión temas sensibles como lo son económicos, tiempos de ejecución, acceso a lugares remotos, conforme la complejidad del proyecto así es la extensión de las reuniones o sesiones sostenidas hasta alcanzar un punto en común de donde partirán para dar visto buena en la ejecución del proyecto. La administración en general para GIRCA no se centra exclusivamente en el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Los vehículos, el estado mecánico, el *stock* repuestos, la programación de mantenimientos, el aprovechamiento de los neumáticos entre otro sin fin de aspectos es una tarea adicional asignada a este departamento, las compras mensuales fluyen en general hacia esta dirección, se requieren controles internos para evaluar si los gastos realizados se respaldan con las tareas realizadas.

#### **2.6.1. Disposiciones finales de los desechos eléctricos**

Bajo la supervisión del departamento de Administración se han girado instrucciones generales a todo el personal que labora en los proyectos, en los vehículos y en las instalaciones de la empresa, que todo aquel desecho que ha sido recolectado deberá ser desechado en un mismo contenedor, no se posee cultura organizacional para clasificar y separar los desechos de oficina, eléctricos, químicos, sólidos y orgánicos.

#### **2.6.2. Disposiciones finales de los materiales eléctricos**

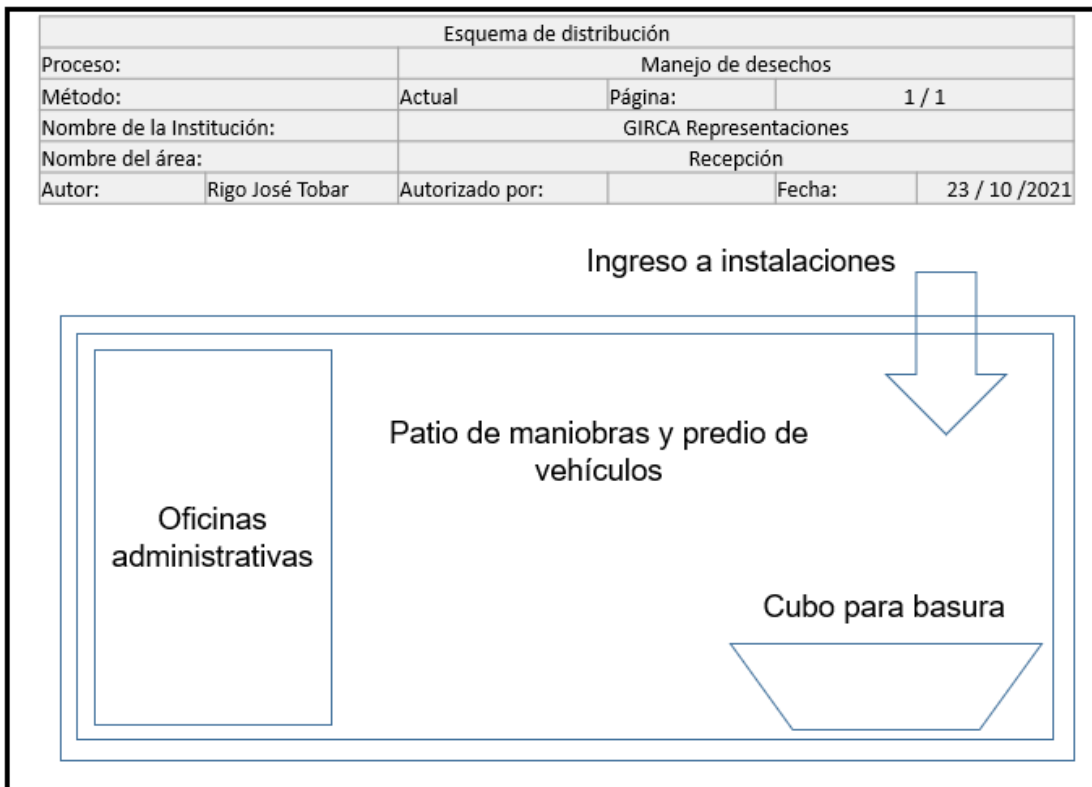
Todo aquel material que fue retirado en un proyecto de baja tensión o media tensión es desechado con los restos comunes en el patio de maniobras de la empresa, donde se ha instalado un cubo metálico de basura con capacidad de almacenamiento de 16 metros cúbicos, semanalmente pasa el recolector municipal a recoger toda esta basura. Algunos desechos eléctricos como ya se ha explicado pueden contener materiales químicos contaminantes, que en contacto con la piel podrían provocar serias lesiones.

En general, la empresa posee un pésimo sistema para el manejo de sus desechos, sin la clasificación y disposiciones finales mínimas.

### 2.6.3. Área de Basura y Contenedores

En el patio de maniobras se encuentra instalados el cubo para basura, para la fácil extracción para la empresa recolectora ha sido instalado en uno de los extremos del terreno, evitando así que los malos olores ingresen a las oficinas administrativas.

Figura 18. Área de Basura y Contenedores



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Según la gráfica anterior se muestra la posición exacta del depósito para basura, en él se mezclan todos los residuos recolectados de los proyectos, los desechos de taller y los desechos de oficina.

#### **2.6.4. Personal de limpieza**

Sus tareas son exclusivamente realizadas dentro de las instalaciones, deberán mantener constantemente en orden y limpieza las oficinas, pasos, caminamientos, gradas, vidrios, puertas, baños. Dentro de sus tareas diarias es recolectar la basura de las oficinas, y en el área de Taller son los mecánicos responsables de depositar su basura en el contenedor general.

El personal de limpieza no ha sido asignado para limpiar los vehículos asignados a los proyectos, de tal forma que los cuadrilleros deberán limpiar sus unidades al llegar al predio, es una de las reglas básicas establecidas, deberán recolectar todos los residuos de cables, desechos de equipos eléctricos de equipos y descargar los equipos que fueron sustituidos colocándolos en el cubo de basura.

#### **2.7. Vehículos**

La flota se compone por 5 *pickup* de doble tracción resortados y 5 camiones de 10 toneladas, cada día se realizan inspecciones de rutina para garantizar que los vehículos se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento, asegurar la vida del personal que necesita de estos vehículos para realizar algunas acciones en los proyectos se garantiza que no poseen fugas que puedan contaminar el medio ambiente.

Los vehículos de transporte pesado son los que reciben mayor atención y monitoreo porque estos deberán cumplir con normas internas de trabajo establecidas por la CNEE, ante el incumplimiento o la presencia de fallas pueden cancelar las licencias de operaciones, en GIRCA implementan una ficha de control antes de salir del predio y al ingresar.



Tabla XI. Ficha de control de monitoreo para vehículos

<b>DEP. MANTENIMIENTO</b>				<b>FIT-001</b>				
EQUIPO:		ADM.	CLIENTE:					
SERIE:		M.						
MODELO:		A.	ORIGEN:					
NO. PLACA:		C.	DESTINO:					
TRASLADO	SALIDA FECHA	HORA	ARRIBO FECHA	HORA	RESPONSABLE	DIESEL	ODOMETRO	HOROMETRO
ORIGEN								
DESTINO								
HORA INICIO REVISION:								
HORA FINALIZACION REVISION:								
ITEM	DESCRIPCION	SI	NO	ITEM	DESCRIPCION	SI	NO	
LUCES	Frontal de servicio			Sistema de Izaje	Prueba de mandos			
	Direccionales delanteras de parqueo				Prueba de freno de cabina (tornamesa)			
	Direccionales traseras de parqueo				Estructura del boom (fisuras, golpes)			
	De stop y señal trasera				Gancho (desgaste)			
	Rotacion sobre la cabina				Pasteca (pasadores y roldanas)			
CABINA	Bocina, alarma de retroceso			Accesorios	Cable Principal (desgaste y lubricación)			
	Butaca (rota, desosida, manchada)				Grilletes			
	Cinturón de seguridad				Eslingas y Cables			
	Limpiabrisas (agua)				Polines y Pads			
	Extintor (vencimiento y carga)				Conos y señalización			
	Indicadores (aceite/hidraulico, volt, aire)				Caja de herramientas			
	Sistema Electrónico LMI				Cadena para delimitación			
	Sistema Eléctrico (encendido)				Equipo de carretera			
	Escala, pasamanos, estribos				Equipo de contingencia ambiental			
	Luz interior (cabina)				Equipo para pinchadas			
Vidrio frontal y lateral (puertas)			Polo a Tierra					
Estado Mecánico	Control fugas de hidráulico y aceite				Mínimo 4 conos			
	Batería (nivel, bornes, cables)				Extintor Exterior			
	Caja y Transmisión				Cadenas			
Llantas	Prueba dirección delantera y trasera			DOCUMENTOS DEL EQUIPO	Revisión técnico mecánica			
	Niveles de aceite, hidráulico, agua				Certificado de Inspección			
	Engrase General				Manual de Operaciones			
	Labor (min 3mm de huella)				Tablas de Capacidades			
	Cortaduras profundas o abultamientos				Certificación de aparejos			
Sistema de Frenos	Llantas de repuesto			NOTA: ME COMPROMETO A REALIZAR EL PRESENTE DIAGNOSTICO, DE LA FORMA MAS RESPON SABLE Y PROFESIONAL POSIBLE, YA QUE EL RESULTADO DE UNA MALA CALIFICACION PODRIA INCURRIR EN ALGUN ACCIDENTE INDUSTRIAL. LAS OBSERVACIONES SERAN ANOTADAS EN LA PARTE POSTERIOR DE LA PRESENTE PAGINA.	Seguro o Poliza			
	Chuchos completos				Tarjeta de Circulación			
	Golpe en Aros							
	Fuga de aire							
Sistema de Anclaje	Control fugas de aire							
	Prueba freno de servicio (pedal)							
	Prueba freno de parqueo							
	Indicador Luz tablero freno motor							
Sistema de Anclaje	Prueba freno eléctrico							
	Extensiones Gatos							
	Prueba Gatos hidráulicos							
Sistema de Anclaje	Revisión fugas hidráulico							
	Revisión Mangueras y zapatas							
NOMBRE, DPI, PERSONA RESPONSABLE QUIEN REALIZA LA INSPECCION:								
FIRMA:								

Fuente: GIRCA Representaciones. Control interno. p. 3.

### **2.7.1. Tipo de vehículos**

Se poseen *pickups* para trabajos menores, comúnmente se asignan para proyectos domiciliarios, en ocasiones para trabajos baja y media tensión pero que no requiera el traslado de equipo pesado. Los camiones de 10 toneladas son los despachados para el trabajo pesado ya sea en instalación de líneas de media tensión de poste a poste, instalación de transformadores o trabajos a cielo abierto en industria.

### **2.7.2. Tipo de servicios**

Los mecánicos describen que realizan mantenimientos correctivos en su mayoría, por el alto flujo de proyecto los vehículos no permanecen en el predio, en algunas ocasiones pueden estar trabajando hasta por 48 horas continuas, ingresan al predio solo para cambiar de cuadrilla. Los servicios dados a los vehículos son de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y limpieza en general, lubricación de cables, revisión de sistema hidráulico.

### **2.7.3. Manejo de desechos de servicios**

Los desechos resultantes de los servicios a los vehículos también son mezclados con los desechos comunes, se exceptúan los desechos líquidos o fluidos contaminantes como los lubricantes, líquidos de batería, combustible y líquidos del sistema de frenos, todos los desechos restantes se depositan constantemente en dicho recipiente sin importa cuál sea el grado de contaminación o el impacto final hacia el medio ambiente.



### **3. PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MANEJO RESPONSABLE DE LOS DESECHOS CONTAMINADOS UTILIZADOS EN LAS CONEXIONES ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y MEDIA TENSIÓN**

#### **3.1. Departamento de Proyectos**

Ante las necesidades planteadas por el mal manejo de los desechos se realiza el diseño de la propuesta que cumplirá con ciertos aspectos incorporados en las normativas legales del país que establecen algunos controles especiales para el manejo responsable de los desechos finales de los proyectos eléctricos generados.

Es importante para la empresa establecer una nueva cultura ambiental a todos sus empleados, de ellos dependerá que se ejecute activamente al involucrarse con sus acciones diarias, de lo contrario la metodología podría ser la misma, la clave radicarán desde que el personal inicie el proceso de separación y recolección al concluir un determinado proyecto, ya sea en baja tensión o en alta tensión.

Para el departamento de Proyectos es importante incluir la capacitación que permita mostrar a su personal cuáles serán las nuevas acciones, protocolos y formas de manejo por tipo de desecho, es importante que participen los jefes de grupo, los supervisores y muy particularmente los cuadrilleros, quienes son los responsables de este nuevo proceso en la nueva cadena de eventos especializada hacia el cuidado del medio ambiente.

Tabla XII. **Guía de capacitación para el departamento de Proyectos**

<b>Tema principal</b>	<b>Sub temas</b>	<b>Responsable de la capacitación</b>	<b>Personal involucrado</b>
Metales ferrosos y no ferrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación</li> <li>• Disposiciones finales</li> <li>• Reciclaje</li> </ul>	Gerente de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de cuadrilla</li> <li>• Supervisor de cuadrilla</li> <li>• Técnicos instaladores</li> </ul>
Electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por desechos electrónicos</li> <li>• Acciones de control para el manejo responsable</li> <li>• Recipientes para el manejo de los desechos electrónicos</li> </ul>	Gerente de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de cuadrilla</li> <li>• Supervisor de cuadrilla</li> <li>• Técnicos instaladores</li> </ul>
Baterías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos líquidos contaminantes</li> <li>• Ácidos de baterías</li> <li>• El impacto por mal manejo de las baterías</li> </ul>	Gerente de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de cuadrilla</li> <li>• Supervisor de cuadrilla</li> <li>• Técnicos instaladores</li> </ul>
Luminarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases de tungsteno hacia la capa de ozono y sus consecuencias</li> <li>• Mal manejo de los desechos de luminarias y su impacto al medio ambiente</li> </ul>	Gerente de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de cuadrilla</li> <li>• Supervisor de cuadrilla</li> <li>• Técnicos instaladores</li> </ul>

Continuación tabla XII.

Aceites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El impacto del aceite en la flora y fauna del lugar</li> <li>• Nivel de contaminación del aceite por su mal manejo</li> <li>• Manejo responsable de los desechos finales</li> </ul>	Gerente de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de cuadrilla</li> <li>• Supervisor de cuadrilla</li> <li>• Técnicos instaladores</li> </ul>
PCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades de los PCB en equipos eléctricos</li> <li>• Efectos al medio ambiente de los PCB</li> <li>• Embalaje de transformadores y medidas de seguridad</li> </ul>	Gerente de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de cuadrilla</li> <li>• Supervisor de cuadrilla</li> <li>• Técnicos instaladores</li> </ul>
Residuos de taller de mecánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección final de los lubricantes</li> <li>• Recolección final de los repuestos</li> <li>• Recolección final de los fluidos del sistema de frenos</li> <li>• Disposición final de los desechos de taller</li> </ul>	Gerente de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jefe de taller y jefe de cuadrilla</li> <li>• Supervisor de cuadrilla</li> <li>• Técnicos instaladores</li> </ul>

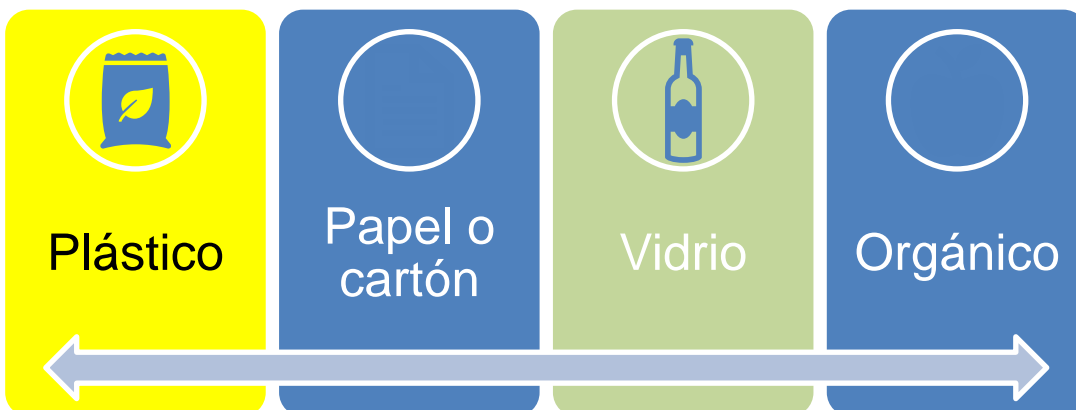
Fuente: elaboración propia.

### 3.1.1. Gerente de departamento

La persona responsable de cada departamento en la empresa deberá realizar un plan de concientización para que todo su equipo de trabajo pueda organizar sus desechos conforme a las nuevas disposiciones de tal forma que se

evitará que los materiales que ahora se clasificarán terminen mezclados como desechos comunes en el mismo depósito de basura del predio de vehículos, para eso puede diseñarse un sistema de recolección desde las oficinas administrativas, con esto el personal de proyectos empleará otra temática para su clasificación y manejo responsable

Figura 19. **Clasificación de desechos para los departamentos e instalaciones de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

Idealmente cada gerente de área deberá solicitar que se instale o se coloque un módulo de recolección para los desechos de oficina, aunque el costo sea representativo se optimizará así el trabajo final al depositarse la basura hacia el último paso de despacho por la empresa, los desechos serán recolectados diariamente, previo a su separación y clasificación.

### **3.1.2. Jefe de área**

Las actividades de los jefe de área se orientarán hacia el apoyo de sus compañeros de trabajo, no es una tarea de fiscalización como tal o para implantar

a una persona que llame la atención, al contrario, el jefe de área deberá resolver dudas asociadas hacia la clasificación de los materiales, todas estas inquietudes podrán irse resolviendo conforme avance el programa de capacitación, lo importante es el trabajo en equipo y la solución de dudas, esta figura en la empresa deberá poseer mayor conocimiento, destreza y manejo responsable hacia sus compañeros de trabajo.

Los jefes de área para los cuadrilleros se comprometen de diferente forma, ya que ellos poseen espacio y tiempo para apoyar al conjunto de trabajadores en los proyectos, al implementar el control de separación y manejo responsable de los desechos serán las personas de dar el ejemplo, organizando la recolección en el proyecto, colocando los desechos en contenedores especiales asignados a cada unidad y posteriormente al llegar al predio colocar los desechos en cada área especial asignada. Se deberá señalar en el predio los espacios específicos para cada tipo de desecho establecido en la tabla X.

### **3.1.3. Supervisores**

Su trabajo será como la última barrera de recolección, separación y de manejo responsable de los desechos finales, deberán estar en apresto al control del flujo final al colocar la separación de los residuos por el tipo de clasificación previamente establecido, el trabajo en equipo permitirá que los técnicos o cuadrilleros logren asociar en poco tiempo cuál será la forma idónea de colocar los residuos.



### 3.2. Planificación de recolección por tipo de proyectos ejecutados

La planificación se puede orientar hacia el proyecto en ejecución, no puede basarse en una temporalidad ya que no depende del factor tiempo el volumen de residuos recolectados, para los proyectos de baja tensión se deberán recolectar conforme a residuos o desechos similares, con los trabajos de media tensión es aún más complejo, ya algunos equipos eléctricos poseen fluidos contaminantes tal como se ha mencionado el manejo de los bifenilos.

Tabla XIII. **Matriz de planificación de recolección por tipo de proyecto**

Tipo de proyecto	Fase inicial	Fase intermedia	Fase final
Suministro e instalación de soluciones de enfriamiento de confort, refrigeración, ventilación, filtración de partículas, calidad de aire.	Recolección de los residuos del equipo ya instalado, separación por tipo de desecho.	Recolección de los desechos generados durante la instalación de equipo nuevo y de partes de cableado estructura.	Disposiciones finales, colocación en residuo señalizado en predio de la empresa, garantizar que no se presentan fugas de líquidos o gases.
Instalación y extracción de luminarias a base de gas o tipo led	Retiro y recolección de las luminarias a sustituir, con manejo responsable evitando fracturas en su estructura.	Colocar las luminarias en el área o espacio asignado en la unidad de transporte, evitar cualquier tipo de fuga o choque.	Colocar los residuos o luminarias en el área diseñada final en las instalaciones, garantizar que no presente fugas.
Remodelación de interiores y exteriores	Recolectar y separar los desechos por su tipo y composición.	Colocar los desechos en el espacio asignado en el vehículo de traslado.	Colocar los residuos o desechos en los recipientes asignados por tipo de material y composición.

Continuación tabla XIII.

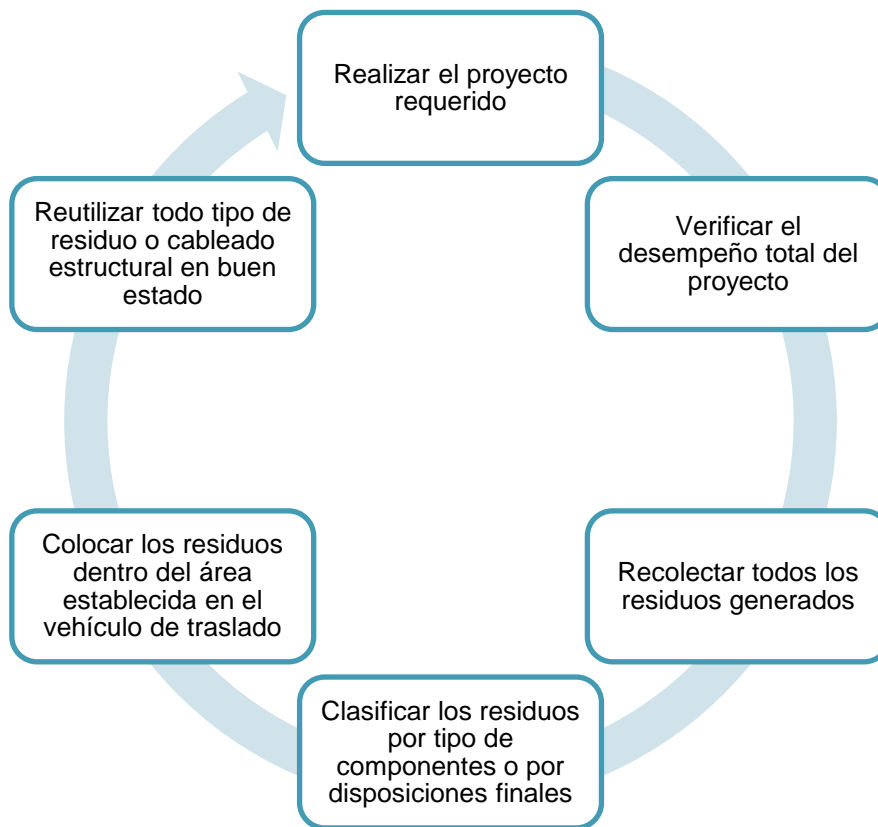
Mantenimiento de redes eléctricas domiciliarias	Retirar la red de cables a sustituir, formar un rollo no mayor a 20 libras.	Colocar el rollo o recolección del material en el área especializada del camión.	Este material posee cobre, puede ser separado del plástico y vendido como chatarra.
Mantenimiento de redes eléctricas de baja tensión y media tensión	Retirar la red de cables a sustituir, formar un rollo no mayor a 50 libras.	Colocar el rollo o recolección del material en el área especializada del camión.	Este material posee cobre o aluminio, puede ser separado y vendido como chatarra.
Mantenimiento e instalación de equipos eléctricos	Recolección de los residuos del equipo ya instalado, separación por tipo de desecho.	Recolección de los desechos generados durante la instalación de equipo nuevo y de partes de cableado estructura.	Disposiciones finales, colocación en residuo señalado en predio de la empresa, garantizar que no se presentan fugas de líquidos o gases.
Mantenimiento e instalación de equipo de aire acondicionado	Recolección de los residuos del equipo ya instalado, separación por tipo de desecho. Monitorear que no se presente fugas de gas.	Recolección de los desechos generados durante la instalación de equipo nuevo y de partes de cableado estructura.	Disposiciones finales, colocación en residuo señalado en predio de la empresa, garantizar que no se presentan fugas de líquidos o gases.
Cambio e instalación de transformador para media tensión	Verificar que el equipo no presente fugas de gas, de aceite o de algún fluido.	Colocarlo en el vehículo de transporte, despejar el área para evitar punzones o fisuras.	Colocarlo en bodega de recolección, bajo condiciones de clima controladas, podría venderse como chatarra.

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1. Acciones de recolección en conexiones de baja tensión

Para cada trabajo o proyecto asignado se distribuye como mínimo 2 personas con maniobras en instalaciones de baja tensión, este tipo de proyecto comúnmente se ejecuta en hogares y por el tipo de tareas se realiza en su interior, el personal deberá cumplir con un círculo de manejo responsable de los desechos generados, previo a retirarse. Portarán una guía de aseguramiento que permita evaluar si concluyeron con las tareas esenciales de recolección de los desechos.

Figura 20. Acciones de recolección para trabajos de baja tensión

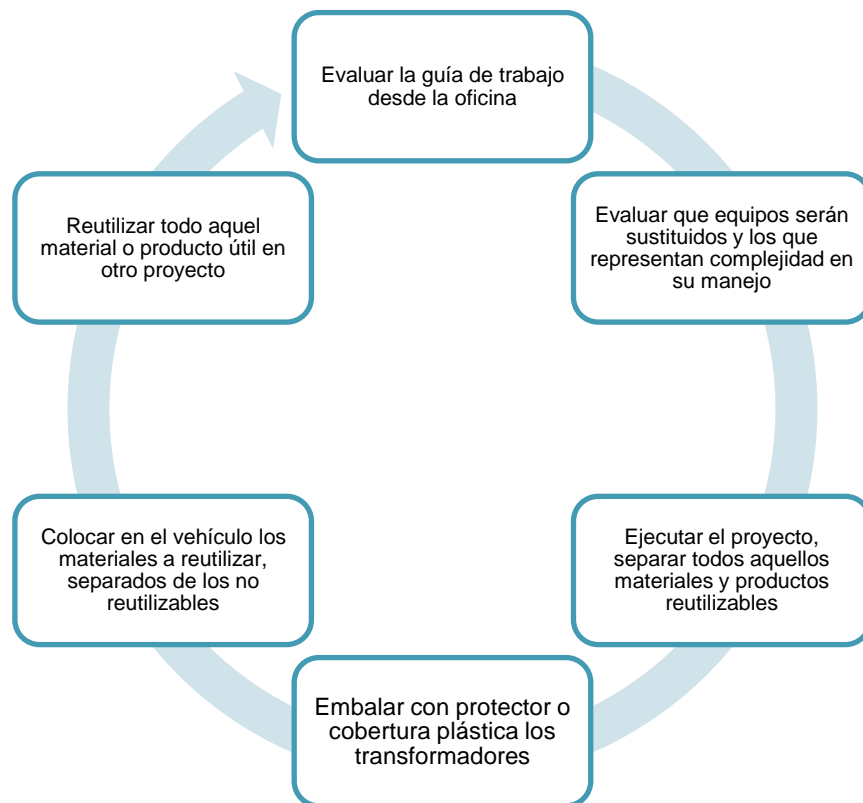


Fuente: elaboración propia.

### 3.2.2. Acciones de recolección en conexiones de media tensión

Para este trabajo se requiere mayor concentración y diferentes actividades en la recolección, los equipos a manipular poseen proporciones físicas más complejas de agarre, igual el peso y su contenido. El personal deberá concentrar su atención en aquellos desperdicios y materiales que principalmente pueden ser reutilizados, seguidamente manipular los equipos que son sustituidos responsablemente para evitar fisuras, cortes y fugas en la estructura del mismo.

Figura 21. Acciones de recolección para trabajos de media tensión



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.3. Diseño de recipientes para desechos contaminantes

En el taller de mantenimiento se posee maquinaria y equipo para soldadura, corte y doblaje, se pueden emplear materiales de reciclaje o en su defecto se deberán comprar láminas de acero inoxidable de 1/8" para la parte interna, para que sea resistente se deberá emplear en la estructura interna lamina de acero de 1/2" y esta quedará fijada a los vehículos.

Figura 22. Diseño de los recipientes para desechos contaminantes

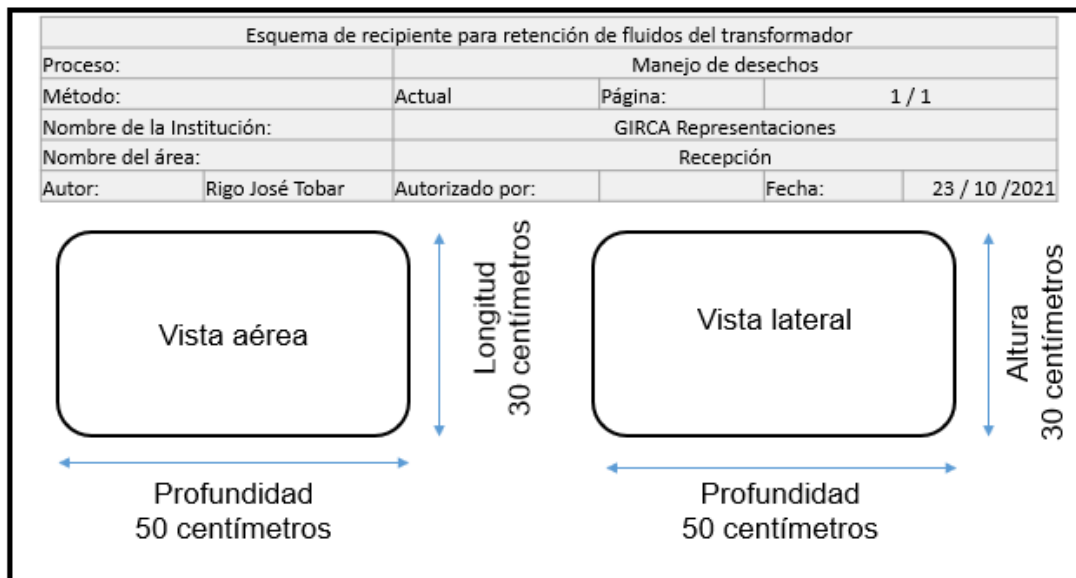


Fuente: TACSA. *Catálogo de productos*. p. 14.

Otra opción es comprar cajas metálicas prefabricadas, que requieren menor inversión en tiempo, horas hombre de trabajo, materiales en general, El tiempo de fabricación estimado es de 44 horas-hombre y costo total para cada uno comprando los materiales podría ser hasta Q 3 500,00. A diferencia de comprarlo en una empresa que se dedica a la venta directa que su precio de compra con instalación oscila en Q 2 900,00 puesta en 6 horas.

Al realizar las maniobras necesarias para desconectar los transformadores de las líneas vivas es necesario verificar que no presente fugas en el cuerpo del equipo, dando por bueno que no posee fisuras, exposición de fluidos por cualquier tipo de daño se procederá a desmontar de la base del poste para bajarla con la extensión articulada del camión, es oportuno que este equipo no toque directamente el suelo por lo que se le deberá colocar un cobertor especial como forro y será introducida en un recipiente diseñado especialmente para su traslado hacia las instalaciones de la empresa.

Figura 23. **Bosquejo del recipiente para contención de fluidos y colocación durante el traslado de los transformadores de media tensión**



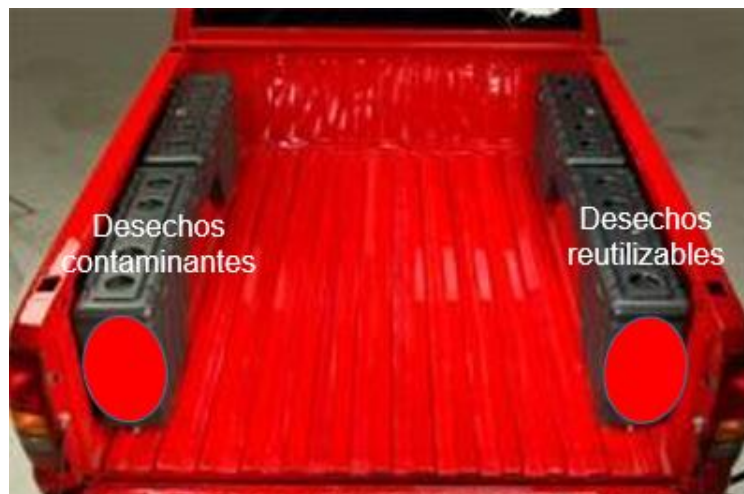
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

El recipiente o contenedor a diseñar será de medidas 50 centímetros de longitud o profundidad por 30 centímetros en uno de sus rostros y finalmente 30 centímetros de altura (50x30x30).

#### 3.2.4. Diseño de recipientes para desechos reutilizables

Los *pickups* poseen cierto espacio limitado de almacenaje y en la mayoría de veces son asignados para trabajos con baja tensión se propone el segundo diseño donde se optimizará la capacidad de almacenaje para desechos contaminantes y para desechos reutilizables.

Figura 24. **Segundo diseño para *pickup* con recipientes para desechos reutilizables**



Fuente: elaboración propia, empleando Photoshop 2016.

Este segundo diseño propone el uso eficiente de dos compartimientos, donde se podrá colocar el material que puede ser reutilizado, los desechos muy comúnmente son pequeños aptos para colocarse en esa cajuela, la ventaja para

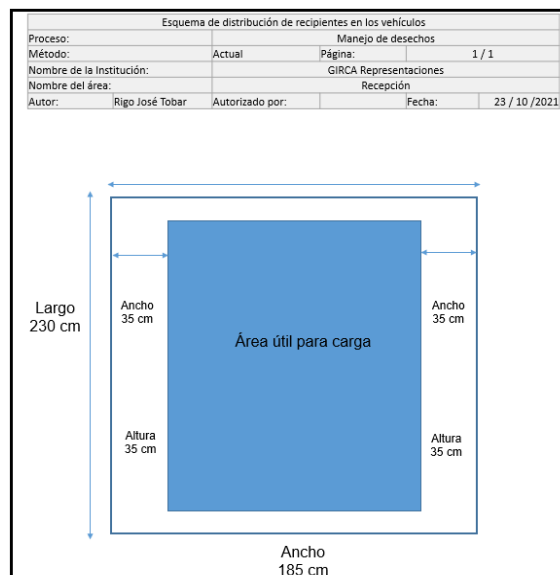
el personal, que en los puntos rojos se puede diseñar una tapa con bisagra para facilitar la extracción de los mismo, en la cajuela de desechos contaminantes se empleara acero inoxidable en su interior.

### 3.3. Adecuación y distribución de recipientes en los vehículos

Conforme lo evaluado por el personal de la empresa y por el aspecto técnico esperado por los cuadrilleros y los supervisores de proyectos se ha considerado oportuno inclinarse por la segunda opción, donde se portaría dos recipientes a los costados de la cajuela en los *pickups*.

Los recipientes ocuparan 230 cm de largo por 35 cm de ancho y 35 centímetros de altura, otorgando un volumen 281 750 cm<sup>3</sup> de almacenaje en cada recipiente.

Figura 25. Distribución de recipientes en los vehículos



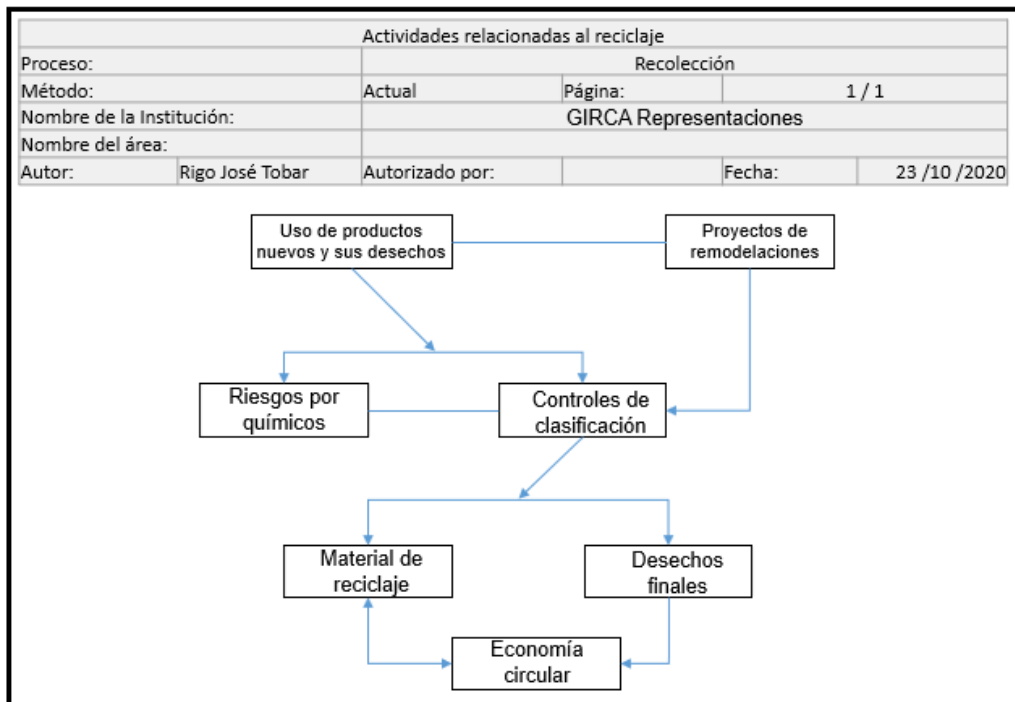
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.



### 3.3.1. Planificación de actividades asignadas hacia los colaboradores

Cuando se inicia la ejecución en cada proyecto se deberá evaluar qué tipo de material será sustituido, que equipos necesitarán mantenimiento y que material podría ser reutilizado, estas acciones se incorporan antes de iniciar cualquier otra acción, se establece con el equipo de trabajo los que recibirán atención especial al ser retiradas y las que formaran parte del programa de reciclaje.

Figura 26. Planificación de actividades asignadas hacia los colaboradores



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

El esquema planteado en la figura 26 se diseña para que los cuadrilleros realicen acciones de separación y recolección de los desechos o materiales conforme el uso final esperado, si el material es para reciclaje deberá ser colocado en la cajilla derecha en el vehículo, a diferencia si el material no podrá ser reciclado o presente químicos contaminantes, deberá ser colocado en la cajilla izquierda, capacitando al personal con estos procesos se reducirán los desperdicios mal aprovechados y los tiempos de trabajo.

### **3.3.2. Manejo responsable de los desechos**

La legislación guatemalteca y los reglamentos emitidos por el MARN, hacen mención que el manejo responsable de los desechos generados por los proyectos no representa exclusivamente la recolección y deposición final, el manejo responsable de los desechos para una economía circular representa el poder generar un nuevo uso para todo aquel material que sea considerado como desperdicio o residuo. Se exceptúan los residuos o desechos finales que no podrán incorporarse nuevamente a un proyecto, por ejemplo, las latas que contienen gas para los equipos de aire acondicionado.

Todo aquel fluido, líquido, partícula que puede subdividirse en 100 partes por millón o que podría ocasionar contaminación directa hacia el medio ambiente y su entorno recibirá el manejo adecuado necesario, las acciones preventivas por la empresa determinarán su crecimiento en la cultura del cuidado hacia el medio ambiente, de lo contrario aunque se incorporen estrategias en los proyectos para clasificar y dividir los desechos recolectados, pero en su manejo final se origine nuevamente la mezcla en un solo recipiente sería en vano, de tal forma que el manejo responsable inicia desde la asignación de un proyecto, donde se clasificarán los que podrán ser aquellos materiales, equipos y productos que deberán ser reclasificados y reutilizados.

### 3.4. Recolección y separación de los desechos para reciclaje

Las tareas de separación se realizan desde el proyecto en ejecución, emplearán el diagrama de planificación de la figura 26 para establecer si el material a recolectar es útil para reciclaje o puede considerarse como desecho común.

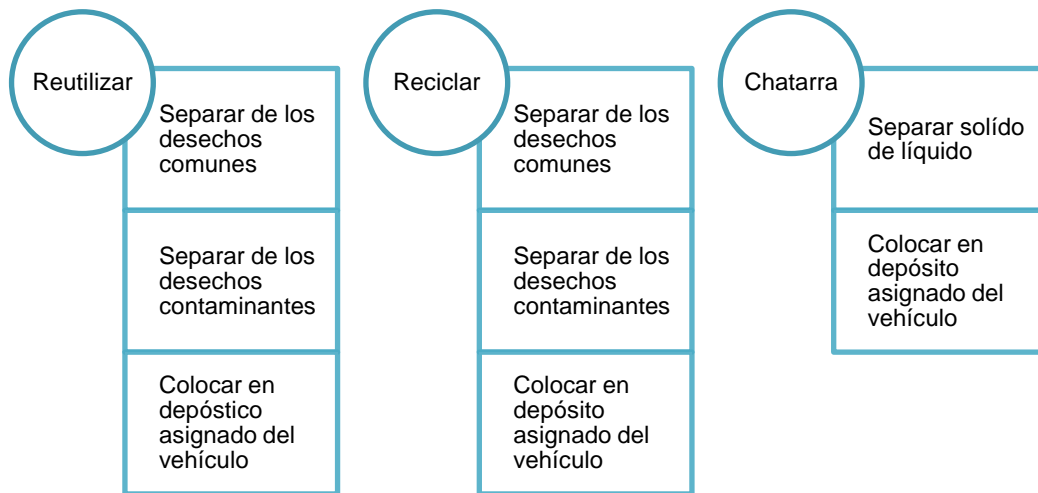
Tabla XIV. **Matriz de clasificación según el tipo de desecho y destino final**

Material	Reutilizar	Reciclar	Chatarra
Hierro	X	X	
Hierro con adherencia	X	X	
Máquinas eléctricas		X	X
Equipos eléctricos		X	X
Aluminio		X	
Bronce		X	
Cobre		X	
Acero inoxidable		X	
Tarjetas electrónicas		X	
Computadoras			X
Monitores e impresoras			X
Routers			X
UPS		X	
Cables para equipo de computación		X	
Fotocopiadoras			X
Equipos diversos			X
Baterías de estaciones de telefonía			X
Baterías de equipos estacionarios			X
Tubos fluorescentes			X
Luminaria tipo led	X		
Luminaria de tubo con gas			X
Aceite de maquinaria o equipos en estado limpio		X	
Aceite contaminado			X
Transformador con PCB			X
Equipos contaminados con PCB			X
Cable de media tensión		X	

Fuente: elaboración propia.

La matriz de la tabla anterior es una guía básica para que el personal pueda familiarizarse con los desechos obtenidos y recolectados en los proyectos de trabajo, parte integral en este proceso es el manejo final, los materiales que forman parte de la columna de reutilizar pueden ser vendidos como semi usados en futuros proyectos, los que aparecen en la columna de reciclaje pueden ser procesados de otra forma para poder ser vendidos como material reutilizable como los cables de cobre, plásticos y otros productos similares, finalmente todos aquellos que forman parte de la columna de chatarra son los que no representan otro tipo de ventaja para la empresa.

Figura 27. **Acciones de recolección según la matriz de clasificación**



Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1. Reciclaje de materiales en proyectos

Según el proyecto que se pueda estar realizando los supervisores y jefes de proyecto podrán plantearle al contratista que poseen material útil que puede ser reutilizado, comúnmente puede presentarse esta acción con red de cableado

domiciliar, en industria es un poco menos posible por la complejidad de las instalaciones o por los requerimientos específicos demandados, ya sea por emplear normas internacionales de construcción o por que deberán ser evaluados y certificados por oficinas municipales.

En todo caso, el material que se consideré útil para reciclaje deberá recolectarse y separarse conforme la tabla XIV y la figura 27, donde se procede a separar, clasificar y mostrar su viabilidad en el reuso, si el contratista accede es oportuno realizar un ajuste monetario conforme a la cuantificación de materiales, pero recibe un cargo adicional por el uso doble de mano de obra.

#### **3.4.2. Reciclaje de materiales para la venta**

Los materiales de la tabla XII son los que representan la familia completa de quienes pueden ser reutilizados que formarán parte de la economía circular y cuáles son los que representar el segmento para reciclaje hacia la venta, la chatarra procedente del sector eléctrico demanda cobre, aluminio, placas de equipos de cómputo y todos aquellos equipos que puedan ser reutilizados en otros sectores u otras industrias.

Este material puede ser sub procesado, los cables de tendidos eléctricos de media y baja tensión pueden separarse el forro del cobre, ya procesado puede adquirir un valor de Q 9,00 por cada libra, a diferencia de vender el material sin procesar que puede ser pagado a Q 4,00 por cada libra, al igual que los equipos eléctricos en buen o mal estado. Según el alcance de la empresa y la necesidad de inversión de mano de obra de la empresa para procesarlo.

Tabla XV. Costos de procesamiento de materiales y separación

Producto	Costo de procesamiento por hora-hombre invertida	Libras procesadas por hora	Costo de venta chatarra procesada	Costo de venta sin procesar la chatarra por libra
Hierro	Q 8,00	4	Q 3,75	Q 1,75
Hierro con adherencia	Q 8,00	3	Q 4,75	
Máquinas eléctricas	Q 8,00	½	Q 5,50	
Equipos eléctricos	Q 8,00	½	Q 6,75	
Aluminio	Q 8,00	2	Q 4,75	
Bronce	Q 8,00	1	Q 3,75	
Cobre	Q 8,00	3	Q 4,75	
Acero inoxidable	Q 8,00	1.5	Q 5,75	
Tarjetas electrónicas	Q 8,00	½	Q 6,75	
Computadoras	Q 8,00	2	Q 4,75	
Monitores e impresoras	Q 8,00	½		Q 2,50
Routers	Q 8,00	½		Q 1,75
UPS	Q 8,00	2		Q 7,50
Cables para equipo de computación	Q 8,00	1		Q 3,75
Fotocopiadoras	Q 8,00	3		Q 1,75
Equipos diversos	Q 8,00	1.5		Q 1,75
Baterías de estaciones de telefonía	Q 8,00		Q 3,75	Q 1,75
Baterías de equipos estacionarios	Q 8,00	½	Q 4,75	Q 7,50
Tubos fluorescentes	Q 8,00	2	Q 5,50	Q 3,75
Luminaria tipo led	Q 8,00	1	Q 1,75	Q 0,75
Luminaria de tubo con gas	Q 8,00	3	Q 2,75	Q 0,75

Continuación tabla XV.

Aceite de maquinaria o equipos en estado limpio	Q 8,00	3	Q 1,75	Q 0,75
Aceite contaminado	Q 8,00	3	Q 1,75	Q 0,75
Aceite totalmente sucio	Q 8,00	3	Q 1,75	Q 0,50

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Incorporación de una economía circular

Representará obtener el máximo provecho de todos los productos establecidos en la matriz de clasificación, la economía circular se rige por optimizar los recursos disponibles, pero alcanzará su máximo valor al incorporar nuevamente todos aquellos productos, materiales o equipos hacia un nuevo uso de aprovechamiento.

Reducir, reciclar y reutilizar es el modelo conocido para el reciclaje, pero a este modelo se le suma una nueva ventaja como la venta del desperdicio de la chatarra o la venta de equipos eléctricos es poder alcanzar el modelo eficiente de economía circular. Mitigar las descargas de contaminantes hacia el medio ambiente, emplear modelos eficientes para la recolección de los desechos y reducir el porcentaje de contaminación por químicos y fluidos.

Considerando que el personal de la empresa adoptará las acciones necesarias para selección, separación y manejo responsable de estos desechos permitirá optimizar las disposiciones finales en el depósito instalado en el predio, esto con la autorización de gerencia se podrán incorporar las tareas de procesamiento conforme a los costos de la tabla XV.

### **3.5.1. Aprovechamiento de desechos para proyectos de baja tensión**

En su mayoría estos proyectos promueven desechos sólidos de pequeñas dimensiones, red de cables y luminarias de bajo consumo en su mayoría de veces de filamento interno, estos materiales fueron considerados dentro del proceso de la economía circular, la red de cables puede procesarse o venderse como chatarra a recolectores, algunos equipos si aún funcionan pueden venderse como equipo de segunda. Todas estas acciones deberán de ser informados al contratista para que sea autorizado el destino final de los mismo, si el contratista establece que sea considerado como chatarra la empresa GIRCA podrá decidir qué hacer con ellos.

### **3.5.2. Aprovechamiento de desechos para proyectos de media tensión**

Estos proyectos requieren mayor compromiso por GIRCA debido a que algunas empresas contratistas solicitan los materiales y equipos que han sido retirados, con los trabajos de conexión de media tensión suelen desechar el cableado, este material si puede ser reciclado y procesado, en las instalaciones a cielo abierto poseen normas de interconexión donde se prohíbe reutilizar este tipo de material, otros equipos eléctricos desechados pueden ser reutilizados, tal es el caso de las baterías de gel para estaciones de telefonía o para equipos estacionarios de monitoreo atmosféricos.

El aprovechamiento dependerá de las cláusulas establecidas por el contratista, puesto que algunos contratos solicitan que el equipo retirado o la chatarra en general sea colocada en vertederos municipales, de lo contrario podrá ser procesa en las instalaciones de la empresa, en proyectos de media



tensión para el área rural de bajo presupuesto pueden reutilizarse de tal forma que mejore los costos de ejecución.

### **3.5.3. Aprovechamiento de desechos en conexiones eléctricas domiciliarias**

Con los equipos y materiales domiciliarios retirados o sustituidos en los proyectos pueden procesarse como chatarra cruda o por clasificación para ser procesadas, todos aquellos cables que contengan cobre se pueden separar del forro, materiales de hierro, acero inoxidable entre otros no requieren mayor tratamiento para su separación, estos podrán ser reutilizados en nuevos proyectos, parte de este proceso consistirá en la administración general y el departamento de Mercadeo, son las personas que promoverán estos materiales y productos, dando a conocer cuál es la iniciativa involucrada y la reducción de costos que representa comparado con costos de adquisición de nuevos materiales.

### **3.5.4. Manejo responsable de los desechos en los proyectos**

Clasificar y separar los desechos no es la única tarea para el personal, utilizar el recurso necesario para reducir mermas es una parte integral del proyecto en general, al retirar los desechos que ya no representan un beneficio para el proyecto en curso se deberán incorporar las técnicas de separación, clasificación y manejo responsable para que el personal coloque en los vehículos conforme la clasificación necesaria. Hasta el momento que se finaliza un proyecto con la entrega total se puede evaluar las debilidades presentes por el personal a cargo, es tarea del jefe de proyectos o en apoyo con el supervisor de medir la cantidad de desechos recuperados y la cantidad de desechos que no fueron

adecuadamente manejados, realizando la comparación necesaria para establecer los porcentajes de beneficios y de pérdidas por proyecto.

### **3.6. Área asignada para la disposición final de los desechos**

Por las características generales del terreno se presenta la viabilidad de colocar recipientes especiales para el manejo final de los desechos que pueden ser empleados en nuevos proyectos, venderse como material de reciclaje procesado y material de desecho para chatarra, para esto es necesario cumplir con los protocolos de cuidado mínimos establecidos por el MSPAS, MARN y CNEE. Los protocolos establecen rangos de medidas, condiciones especiales de los materiales para los contenedores, control de temperatura ambiente y la exposición directa al sol. Algunos materiales químicos podrían ser inflamables, al igual que los residuos de gases y los químicos de PCB.

Figura 28. **Área para disposición final de los desechos**

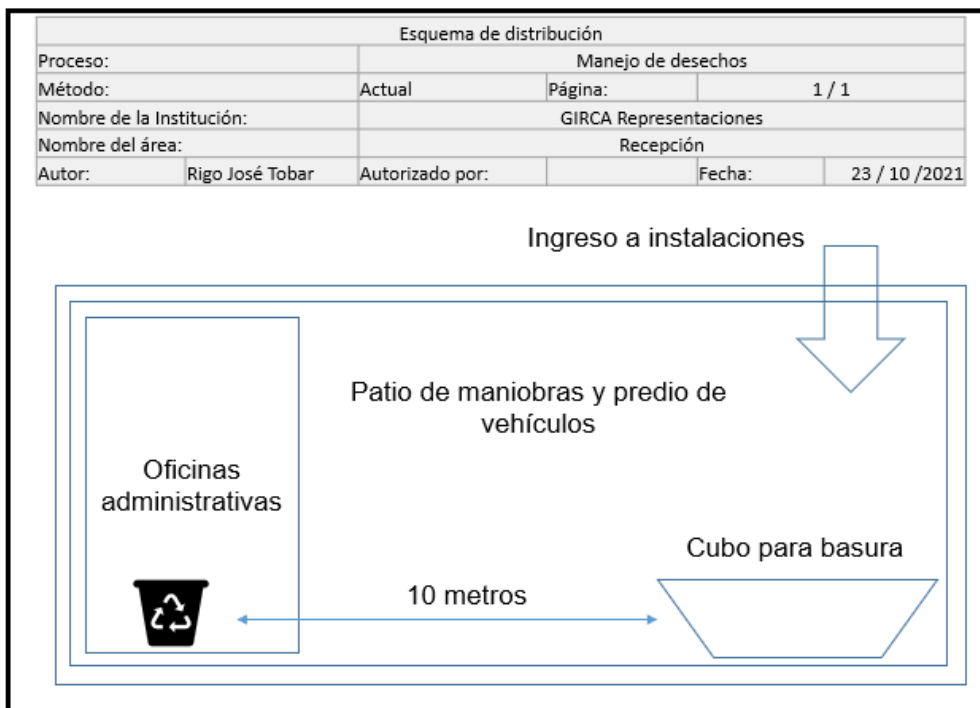


Fuente: elaboración propia, empleando Photoshop 2016.

### 3.6.1. Área asignada en las instalaciones

Dentro de las instalaciones se puede asignar una estación de recolección para todo el personal, lo desechos generados son exclusivamente de oficina, en su mayoría papel, cartón y materia orgánica como residuos de alimentos, la estación de recolección se podría colocar en la parte externa de la cafetería donde transitan todos los trabajadores de la empresa. Este punto de recolección es viable porque el personal de limpieza puede acceder fácilmente desde la parte externa del terreno, la distancia prevista desde el punto de recolección hasta donde se colocará el área de Desechos Finales es de 10 metros lineales.

Figura 29. Área asignada en las instalaciones

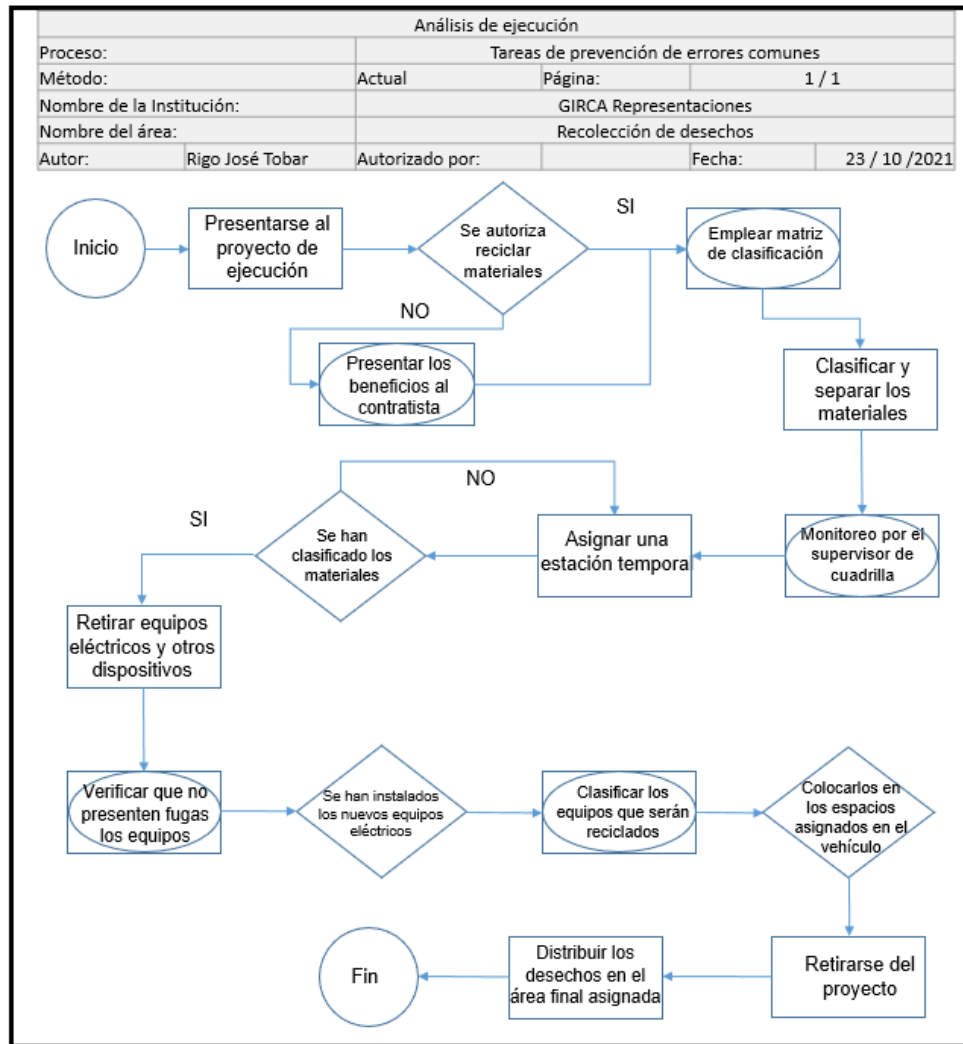


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

### 3.6.2. Tareas de prevención de errores comunes

Dichas tareas se emplean para los trabajos en los proyectos y al retornar a las instalaciones, de tal forma que se evite colocar los desechos o materiales recuperados en otras áreas que no fueron autorizadas.

Figura 30. Tareas de prevención de errores comunes

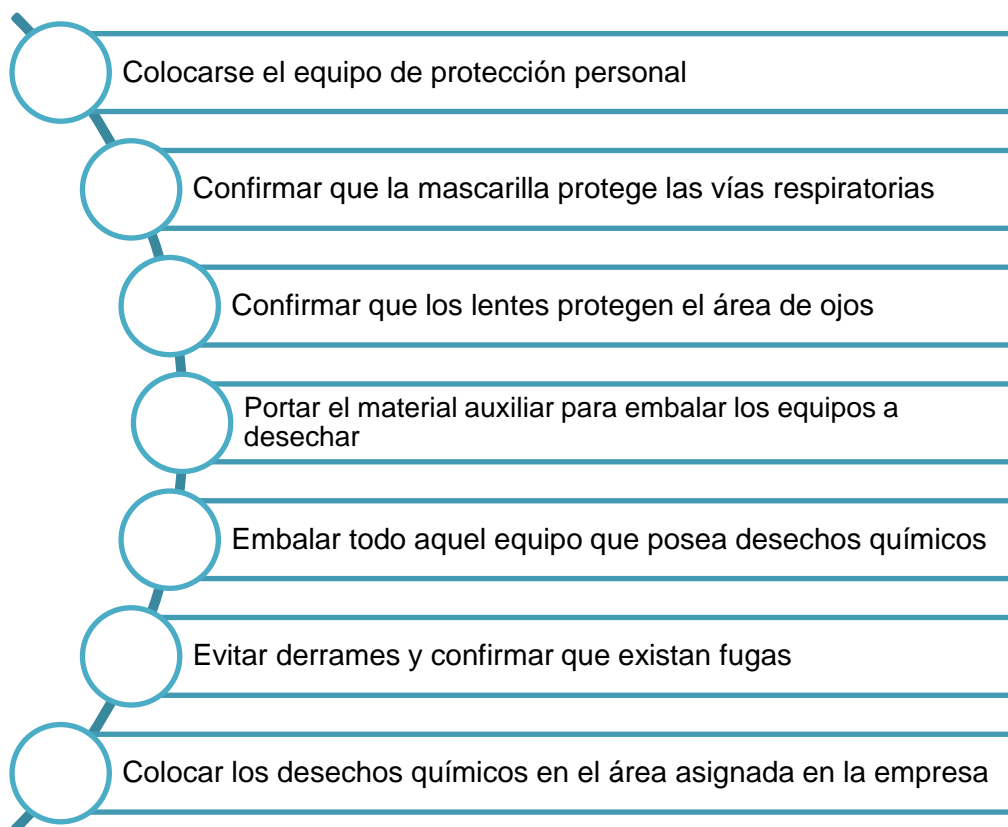


Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

### 3.6.3. Protocolo para el manejo responsable de los desechos químicos

Los empleados deberán realizar un conjunto de acciones y tareas para evitar fugas, derrames de los equipos eléctricos que poseen en su interior químicos, evitar contaminarse y provocarse serias lesiones hacia la salud.

Figura 31. Protocolo para el manejo responsable de los desechos químicos

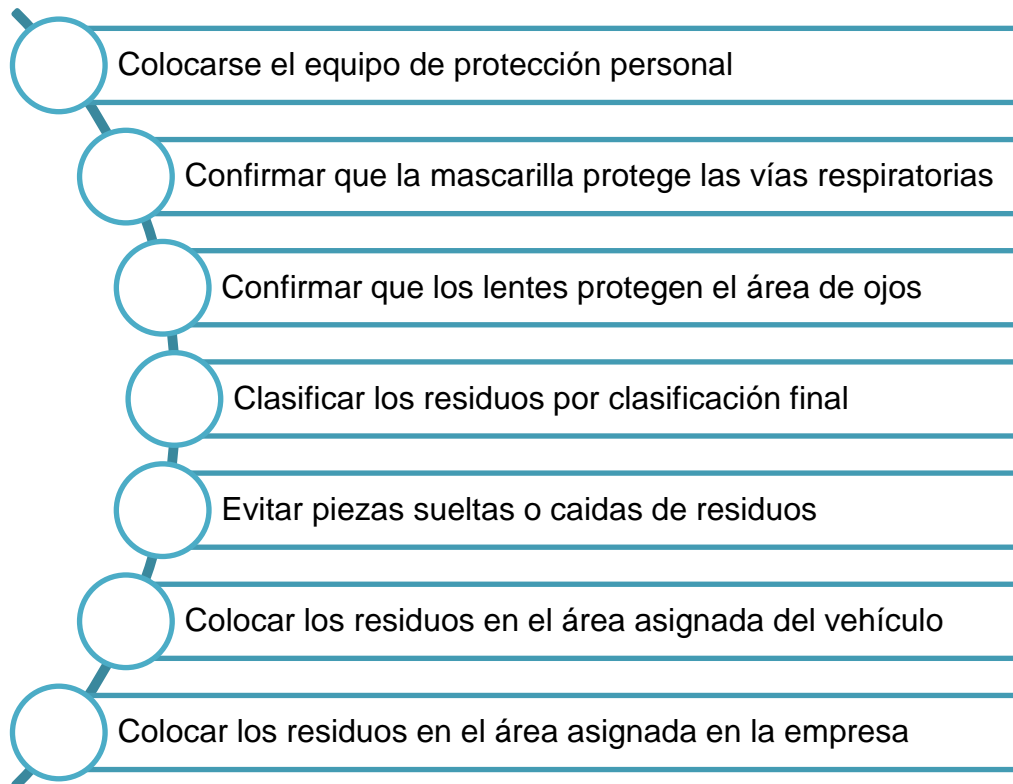


Fuente: elaboración propia.

### 3.6.4. Protocolo para el manejo responsable de los residuos sólidos

El personal deberá realizar acciones previas al manejo de los desechos sólidos y durante la manipulación de los mismos, es necesario que se reduzcan los puntos débiles para evitar fugas o caídas de estos residuos en otras áreas del proyecto o en otras áreas dentro de la empresa para sus disposiciones finales.

Figura 32. Protocolo para el manejo responsable de los residuos sólidos



Fuente: elaboración propia.

### **3.6.4.1. Tipo de prueba para determinar, equipos desmontados con bifenilos policlorados**

Análisis por medio de CLOR-N-OIL KITS, es una prueba rápida, la cual se puede realizar a nivel de campo, permitiendo la una detección de PCB's estimada en partes por millón, mediante una comparación con los colores estándares. Lo que se detecta es la presencia de cloro en la muestra, que es un indicativo de que la sustancia esté contaminada con PCB.<sup>4</sup>

Se emplea en análisis cualitativos, que consiste en realizar ensayos analíticos utilizados para descartar o establecer la presencia de PCB en diferentes matrices sin determinar su concentración, es decir, indican la presencia o no de PCB. En este contexto un análisis cualitativo permite descartar o confirmar la presencia de PCB. Dentro de los métodos cualitativos a continuación se amplía los más conocidos o utilizados en el medio.

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en Guatemala se han identificado *kits* colorimétricos (CLOR-N-OIL) para la detección aproximada de PCB en muestras de aceites, siguiendo el método EPA-9097, en concentraciones cercanas a 20, 50, o 500 ppm de acuerdo con el valor establecido para la prueba, en general, estos métodos se basan en la detección de cloro en la muestra. Se debe tomar la precaución de usar los *kits* de 50 ppm (o menor) cuando se quiera demostrar el cumplimiento legal del aceite.

Existen varios *kits* para ensayo rápido y detección de cloro orgánico, destacando el CLOR-N-OIL para aceites y CLOR-N-SOIL para suelos, por medio de estos *kits* se pueden realizar ensayos de descarte, por lo tanto, en caso de resultados negativos o ausencia de cloro, son aceptados; pero en caso de

---

<sup>4</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía práctica para el manejo de transformadores con bifenilos policlorados (PCBs)*. p. 5.

detectarse cloro se considera positivo y serán validados por análisis de cromatografía.

El análisis de Clor-N-Oil realizado por una persona con las competencias requeridas por el MARN, debe considerarse como válido para el descarte de PCB.

Figura 33. **Muestra gráfica de un ensayo de laboratorio por el MARN**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía para la gestión integral de PCB.* p.

10.

Entre las ventajas de este test se encuentran su bajo costo, su utilidad para realizar una determinación rápida de los equipos contaminados con PCB y que se requiere poca experiencia técnica para el uso de este *kit*. Sin embargo, una de las principales limitaciones de este test es la obtención de falsos positivos debido a la presencia de compuestos orgánicos halogenados en la muestra. Por eso la Environmental Protection Agency -EPA -ha recomendado que solo se use



en lugares donde se tenga certeza que este tipo de interferencias no se encuentran presentes.

De forma adicional la titulación utiliza una ampolla con una solución con mercurio la que debe ser desechada de forma ambientalmente racional.

#### **3.6.4.2. Pruebas a equipos con sospecha de bifenilos policlorados**

Según la guía técnica para el manejo de equipos y productos con PCB puede realizarse la prueba de presencia de cloro, la cual consiste en realizar un test por medio de reacción química desechable, es necesario comprar un *kit* de prueba de cloro, la paleta de colores de presencia de cloro. Si la muestra refleja algunos de estos colores se considerará que se ha estado expuesto a PCB o posee PCB en su interior.

#### **3.6.5. Residuos en nuevos proyectos sostenibles**

En la empresa los transformadores necesarios para las conexiones de media tensión poseen registro único de identificación lo que consiste en una placa de metal donde se consigna el tipo de químico o fluido interno, su capacidad de tensión y posibles tipos de conexión, esto es en función a reglamentos internacionales donde se obliga al fabricante a describir dichas características para evitar sobre cargas o malas conexiones, otros equipos eléctricos posiblemente poseen aceites o lubricantes con menor grado de contaminación como los PCB y los residuos pueden recibir otro tipo de manejo responsable.

Cuando se habla de un proyecto sostenible se refiere al emplear o utilizar dentro de su construcción total algún material o equipo reciclado, estos

materiales ya han sido clasificados de proyectos anteriores, han sido tratados con protocolos especiales para evaluar que su estructura no presente puntos débiles al ser instalados nuevamente, también se evalúa la temporalidad que ya han sido utilizados y el tiempo de vida futuro para el que serán colocados nuevamente. Si las variables de interés representan viabilidad en funciones y en costos para el contratista podrán ser instalados, pero se deberán evitar instalar equipos o materiales que presenten desprendimiento de partículas, fugas por fisuras, sarro en los puntos de conexión, puntos de quiebre en cables o todo aquel equipo que ha sido golpeado en su estructura.

### **3.7. Departamento de Mantenimiento o área de Mantenimiento**

Es un departamento adscrito al departamento de Proyectos, el personal se distribuye hacia proyectos nuevos o servicios generales de mantenimiento con los *pickups* y los camiones, sus tareas se centran en garantizar que la empresa posea en funcionamiento sus vehículos, que se eviten fallas inesperadas hacia trasladarse al proyecto asignado o durante la ejecución de maniobras eléctricas.

#### **3.7.1. Taller mecánico**

Es una extensión del departamento de Mantenimiento, dentro del área asignada donde realizan los trabajos de mecánica a *pickups* y camiones presentan basura y desechos por todos lados, de tal forma que es viable asignar un depósito o contenedor de clasificación similar al que se propone en las oficinas administrativas, para el taller mecánico es necesario separar los desechos sólidos y líquidos, de los líquidos separar los derivados del petróleo como aceites, lubricantes, entre otros.

Los repuestos que han sido sustituidos a los vehículos muy difícilmente pueden ser reutilizados, esto al cumplir con su tiempo de vida de uso deberán desecharse, según la matriz de manejo de desechos podrán asignarse hacia un reproceso interno, clasificando metales o desechos finales para chatarra. En sus instalaciones es necesario colocar trampa de grasa para los desechos líquidos que se vierten a la cañería municipal, para evitar que los lubricantes, restos de químicos y restos de combustibles se mezclen con las aguas negras, algunas de estas tuberías conectan o desembocan en ríos públicos contaminando los recursos hídricos.

### **3.7.2. Recurso humano**

Se han asignado dos mecánicos para el área de Taller, ellos realizan las reparaciones en el lugar, si es necesario se pueden trasladar para reparar los vehículos o los equipos eléctricos que sirven de respaldo en el proyecto de ejecución, a este recurso humano es necesario incorporarlo en el programa de capacitación, concientización y del manejo responsable de los desechos de taller.

### **3.7.3. Manejo responsable de sus residuos**

Consistirá que los mecánicos clasifiquen, separen y coloquen los residuos finales según el manejo final esperado, en esta área se manejan desechos, sólidos, líquidos, piezas eléctricas, repuestos de metal de diferentes tamaños y repuestos de metal grandes, todo aquel material de metal o derivado de los metales se podrá incorporar en la cadena de recuperación conforme la tabla XIII, donde se establecen los costos de procesamiento.

Si los residuos poseen alto contenido de contaminantes deberán colocarse con los desechos finales pero que recibirán un manejo especial, para eso es

necesario pagar a una empresa externa responsable de las disposiciones finales, dichas empresas poseen hornos industriales donde se pueden incinerar los residuos que no pueden ser desechados en vertederos municipales, por consiguiente un trapo con aceite de motor deberá pasar muchos años antes de ser biodegradable, parte del compromiso ambiental adoptado por GIRCA representa incorporar estas acciones, los recolectores municipales no poseen la capacitación mínima necesaria para reciclar los residuos de un taller de mecánica y al llegar al vertedero lo mezclan incluso con desechos orgánicos.

### 3.7.4. Actividades diarias para la recolección de sus residuos

Los mecánicos o el personal de mantenimiento al concluir su jornada de trabajo y con quince minutos de anticipación a retirarse de su puesto de trabajo deberán realizar las siguientes actividades.

Figura 34. Actividades diarias para la recolección de residuos



Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Capacitaciones

La empresa deberá capacitar al personal conforme el rol de actividades que desempeñe, el personal administrativo no se encuentra en exposición o contacto directo con materiales o residuos para reciclaje de proyectos, los mecánicos, ellos solamente pueden validar el manejo responsable de los desechos provenientes de los trabajos realizados a los vehículos, se debe realizar la capacitación estructurada por departamento.

Tabla XVI. **Guía general de capacitación en vías de una economía circular**

<b>Modulo</b>	<b>Temas</b>	<b>Sesiones</b>	<b>Duración por sesión</b>
COVID-19	<ul style="list-style-type: none"><li>• Qué es COVID-19.</li><li>• Formas de contagio.</li><li>• Efectos del COVID-19.</li><li>• Acciones para prevención.</li><li>• Síntomas leves, moderados y graves.</li><li>• Como reconocer a una persona con síntomas de COVID.</li><li>• Esquema de vacunación.</li></ul>	3	45 minutos
Equipo de protección personal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mascarilla y su uso.</li><li>• Protector facial y su uso.</li><li>• Mandril y su uso.</li><li>• Guantes y su uso.</li><li>• Desecho responsable del equipo de protección personal.</li></ul>	1	45 minutos
Recolección de desechos por su composición	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desechos plásticos</li><li>• Desechos de papel</li><li>• Desechos de cartón</li><li>• Desechos de vidrio</li><li>• Desechos orgánicos</li></ul>	2	45 minutos

Continuación de la tabla XVI.

Áreas asignadas para depositar los residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oficinas administrativas</li> <li>• Área de Taller</li> <li>• Área del predio con depósito general de recolección</li> </ul>	2	45 minutos
Economía circular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de los desechos y residuos</li> <li>• Recolección de los desechos y residuos</li> <li>• Re utilización de productos, desechos y materiales en nuevos proyectos</li> </ul>	1	45 minutos

Fuente: elaboración propia.

La guía general establece una guía de capacitación de la cual podrán formar parte todo el personal de la empresa, esta sería la primera capacitación para iniciar con la concientización del trabajo diseñado para cada departamento.

### **3.8.1. Definición de capacitaciones a realizar**

Es necesaria incluir los aspectos básicos sobre el tema del reciclaje, abordando estos principios generales el personal de la empresa podrá reconocer con mejor grado de asombro todos aquellos aspecto complejos que representará la economía circular, dentro de la guía de capacitación general también se ve la necesidad de incluir sesiones del buen comportamiento y del manejo responsable de los equipos en la oficina, el personal de campo no se encuentra a mayor exposición de personas que no sean su equipo de trabajo, de igual forma poseen restricciones a excepción que sea necesario trabajar en parejas en ambientes confinados.

### 3.8.2. Capacitación para personal administrativo

El personal administrativo deberá participar en programas donde se mejoren sus habilidades y capacidades ya presentes, se han familiarizado con programas instaurados por la empresa en la reducción del mal uso de papel para oficina, administrar amigablemente las fuentes de agua, depositar la basura en los cestos disponibles en la oficina, reducir el consumo de energía eléctrica cuando no es necesario, pero no han involucrado a su personal con una cultura de mejora continua que es lo que busca la economía circular, incorporar en estas personas rutinas de trabajo que no solamente reflejen la reducción de los recursos disponibles, o la reutilización de algunos equipos esenciales, es comprometerse con el aprovechamiento total de lo que se posee.

Tabla XVII. **Capacitación para el personal administrativo**

<b>Modulo</b>	<b>Temas</b>	<b>Sesiones</b>	<b>Duración</b>
Manejo responsable de los desechos orgánicos e inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clasificación de desechos orgánicos de oficina</li><li>• Clasificación de desechos orgánicos comunes</li><li>• Clasificación de desechos inorgánicos comunes</li></ul>	2	45 minutos
El uso responsable de los recursos disponibles	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aprovechamiento de los recursos</li><li>• Ahorro energético</li><li>• Ahorro de materiales de oficina</li></ul>	2	45 minutos
Disposiciones finales de los desechos en la oficina	<ul style="list-style-type: none"><li>• Área de Clasificación de Desechos</li><li>• Separación de residuos</li><li>• Vertedero general en la oficina</li></ul>	1	45 minutos

Fuente: elaboración propia.

### **3.8.3. Capacitación para los trabajadores de campo**

Todo el personal que labora ejecutando los proyectos domiciliarios, con baja y media tensión deberán adoptar el contenido de las tablas X, XI y XII, la distribución de los módulos dependerá de la programación final del gerente de área, el personal en pocas veces se encuentre disponible en las instalaciones, la función principal de las capacitaciones radica en llegar a crear conciencia del aprovechamiento de los recursos disponibles, reducir los desperdicios en el montaje de los proyectos, clasificar y separar los desechos conforme al programa general de clasificación para los materiales sólidos o líquidos contaminantes de los materiales o productos químicos que pueden comprometer sus acciones constantemente.





## **4. EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales**

Dentro del marco regulador y legal es necesario adoptar medidas sanitarias que permitan alcanzar los objetivos de GIRCA con el manejo responsable de los residuos y desechos, sólidos o líquidos, especialmente los residuos químicos que han representado mayor grado de impacto negativo hacia el medio ambiente, de tal forma que el MARN establece un conjunto de acciones regulatorias conforme lo establecido en convenio de Estocolmo.

El convenio de Estocolmo tiene como objetivo la prevención y manejo seguro de contaminantes orgánicos persistentes, para la protección del ambiente y la salud humana a través de medidas para reducir o eliminar dichas sustancias y otras que el convenio establece. Muchos países han ratificado dicho convenio y se han comprometido a cumplir sus lineamientos, entre esos países se encuentra Guatemala.

Este es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas, el cual fue firmado el 22 de mayo de 2001 en Estocolmo, Suecia. El Gobierno de Guatemala firmó el convenio sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y posteriormente fue ratificado en 2008, convirtiéndose en uno de los países parte, quedando obligado a cumplir con la reducción y eliminación de las sustancias nocivas al medio ambiente ahí incluidas.

Dentro del documento original se encuentran las sustancias que deben ser eliminadas, resaltando los bifenilos policlorados, siendo estos contaminantes

orgánicos persistentes, también se encuentran las dioxinas (policlorodibenzodioxinas), son parte de familia de sustancias químicas con alto índice de toxicidad, formando parte de la química de los organoclorados.

Los organoclorados son las sustancias resultantes de la unión de uno o más átomos de cloro a un compuesto orgánico (esos últimos constituyen la base de la materia viva y están formados por átomos de carbono e hidrógeno fundamentalmente), de tal forma que al aplicarse este convenio en las acciones preventivas y correctivas en GIRCA por el mejor manejo de los desechos sólidos, líquidos y químicos contaminantes se regularían sus acciones conforme a un marco legal.

#### 4.1.1. Guía técnica del manejo de equipos eléctricos

Para el trabajo con equipos eléctricos altamente contaminantes como es el caso de los policlorados bifenilos pueden presentarse cuatro escenarios, recordando que este trabajo es exclusivo para media tensión, puede darse en espacios cerrados o a cielo abierto, es importante asegurar físicamente a todo el personal, pero especialmente asegurar que el equipo que será retirado no presente fugas, colocarlo en el vehículo para el transporte y resguardo en las instalaciones hasta que la empresa recicladora lo pueda recoger.

Tabla XVIII. Guía técnica para el manejo de los equipos eléctricos

Acción	Descripción
Monitoreo primaria	Inspeccionar que no presente fugas el equipo
	De presentar fugas aplicar sellador permanente
	Contener el derrame y limpiar la zona
	Verificar que no presente piezas sueltas o colgando
	De presentar piezas externas sueltas, sujetar al cuerpo del equipo

Continuación de la tabla XVIII.

Cargar en el vehículo	Colocar material de embalaje en toda la estructura
	Verificar que no presente fugas de químico o fluidos
	Verificar que no presente piezas externas sueltas
	Verificar que porta 3 capas de embalaje (papel film)
	De pesar más de 50 libras utilizar equipo hidráulico para cargarlo
	Colocar bridas y flejes de carga
	Inspeccionar que este fijada la carga y no presenta fugas
Durante el traslado	Si se presenten caminos sinuosos o con baches, no exceder los 40 km/hora evitar saltos bruscos, brincos o todo aquel movimiento agresivo que comprometa la carga
	Al exceder 30 kilómetros de caminos en mal estado se procederá a monitorear la carga y asegurar que continúe sujeta al puesto original
	En temporada de lluvia, colocar impermeable a la carga para evitar contaminación cruzada o posible causa de derrame
Al despachar en GIRCA	Verificar que no posea daños en su estructura, que no ha sido comprometida la carga por golpes externos provocando fugas
	Retirar las bridas
	Si es necesario nuevamente emplear equipo hidráulico para descargarlo
	Trasladar a una zona aislada bajo techo, aunque no sea cerrado no deberá permanecer en exposición directa al sol
	Verificar que su estructura no se encuentre comprometida y que no posee fisuras con fugas o derrames
	Hacer hoja de inventario y enviarla a jefe de proyectos

Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PC)*. pp. 25-27.

#### 4.1.2. Embalaje de transformadores y residuos eléctricos

Según especificaciones técnicas del MARN los PCB son clasificados como sustancias tóxicas peligrosas para la salud y el ambiente, se debe garantizar que

los riesgos y peligros de transportar PCB sean anulados o minimizados para que no se produzcan filtraciones, derrames, descargas o cualquier otra situación peligrosa durante el transporte.

Se emplea la guía técnica desarrollada por el Ministerio de ambiente y recursos naturales, donde se establecen los procedimientos, acciones y todas aquellas actividades mínimas a desarrollar que permitan establecer el adecuado embalaje de los transformadores que son retirados por alcanzar su vida máxima de uso. Para el traslado eficiente no se deberá considerar como embalaje responsable o de grado seguro las carcasas de los propios equipos o de otros equipos eléctricos, tales como los reguladores de voltaje y transformadores.

Para el embalaje es necesario proveer de un recubrimiento especial o producto especial para transportar que sea adecuado para resistir el aceite dieléctrico contaminado de los equipos y de los desechos que puedan desprenderse. En los vehículos que serán empleados para transportar estos desechos se deberán colocar tarimas y contenedores sujetos al chasis para evitar que se desplacen durante el recorrido hacia las instalaciones.

Es por norma establecida que todos aquellos equipos y contenedores de residuos químicos líquidos deberá poseer un sistema de contención secundaria de derrames, si es necesario se deberán emplear toneles apropiados con grados de resistencia para almacenar el aceite dieléctrico, equipos pequeños, desechos en general (concreto, arena, ripio, *wipe*, aserrín, tierra), para eso es necesario emplear una tabla de nomenclaturas.

Tabla XIX. **Nomenclaturas para toneles autorizados en traslados de desechos químicos y materiales eléctricos**

<b>Código</b>	<b>Especificación</b>
UN	Siglas que hacen referencia a las Naciones Unidas ( <i>United Nations</i> )
1 A 1	Tonel o barril de acero con tapa no desmontable, para líquidos
1 A 2	Tambor o barril de acero con tapa desmontable, para sólidos
X ó Y	Grupos de embalaje I, II y III
Y	Grupos de embalaje II y III
1.2	Densidad relativa para líquidos, donde el número describe la densidad relativa (con un decimal) para el líquido o peso bruto máximo de sólidos en kg.
250	Prueba de presión hidráulica (kPa) que el tonel puede resistir o la letra "S" que indican solo sólidos
S	Sólidos o análisis de presión hidráulica para líquidos
00	Año de fabricación del barril (se indica solamente los últimos dígitos)
NL	País que fabrica el tonel
ZEN 111	Pruebas, normas, fabricante u otra identificación

Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PC)*. pp. 25-27.

Los toneles y recipientes empleados para el embalaje deberán cumplir con certificados y normas internacionales de seguridad según como lo exige el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, los equipos eléctricos de menor tamaño se podrán colocar en estos toneles, se deberá añadir material absorbente si uno de estos equipos presenta fugas o indicios de fugas. Los toneles no deberán colocarse en contacto directo con el suelo, ya sea durante el traslado o en los que se puedan almacenar en las instalaciones deberán permanecer en tarimas para evitar o contener derrames, de ser necesario se podrán introducir en un tonel de mayor capacidad de almacenaje a ese se le conoce como tonel de recuperación.

Figura 35. **Toneles autorizados por el MARN para embalaje y traslados**

Líquidos de PCB	•Toneles cerrados tipo ONU con dos orificios, lámina calibre 18. Colocar sobre pallet y rodear con material absorbente.
Sólidos de PCB	•Toneles tipo ONU con lata removible para sólidos, se deberán asegurar dentro del tonel. Colocar sobre pallet.
Condensadores / capacitores o balastos	•Colocarlos verticalmente sobre los pallets. En caso de fugas deberán ser colocados en cajas metálicas cerradas hermeticamente.
Transformadores contaminados con PCB	•Colocar sobre bandejas metálicas y material antiderrame con uso de material absorbente en caso de fugas de aceite, asegurar el contenedor.

Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PC)*. p. 61.

#### 4.1.3. Vehículos y mecanismos para el transporte

Previo a realizar alguna acción para traslado de los transformadores que contienen PCB es necesario establecer si es oportuno o necesario drenarlos en el lugar, el transporte según el tamaño o peso del mismo puede comprometer la carga total o el vehículo que será destinado para su traslado, en el MARN se diseñaron estrategias que beneficiarán a GIRCA en el manejo responsable de esos equipos, es permitido drenar el fluido y colocarlo en uno de los toneles clasificados conforme la figura 35, el jefe de proyecto podrá decidir si es necesario o no.

De ser necesario el drenado o manejo de cargas sobre dimensionadas puesto que algunos de estos equipos pueden superar 3 metros de altura o 3 metros de largo, el acondicionamiento acorde al transporte de PCB puede ser realizado en proporción a los desechos, se podrán emplear camiones de volteo con cobertura fija o móvil, de no contar con ese tipo de cobertura será necesario emplear una lona de recubrimiento, durante ese traslado desde el proyecto hacia el predio de GIRCA solamente se transportarán desechos comunes de la misma familia donde se incluyen materiales contaminados con PCB.

Si existe la presencia de pequeñas cantidades de desechos podrán colocarse en los vehículos tipo *pickup* en el contenedor propuesto para materiales contaminados. Cuando se presenten cargas sobredimensionadas o extra pesadas será necesario contratar equipo hidráulico para levantar la carga, los toneles podrán ser cargados desde la base en el vehículo de traslado empleando bomba mecánica o eléctrica de vacío.

Figura 36. **Transformador de media tensión para industria de alimentos**



Fuente: CELASA. *Catálogo de productos*. p. 16.



#### 4.1.4. Planes de limpieza para diversos escenarios

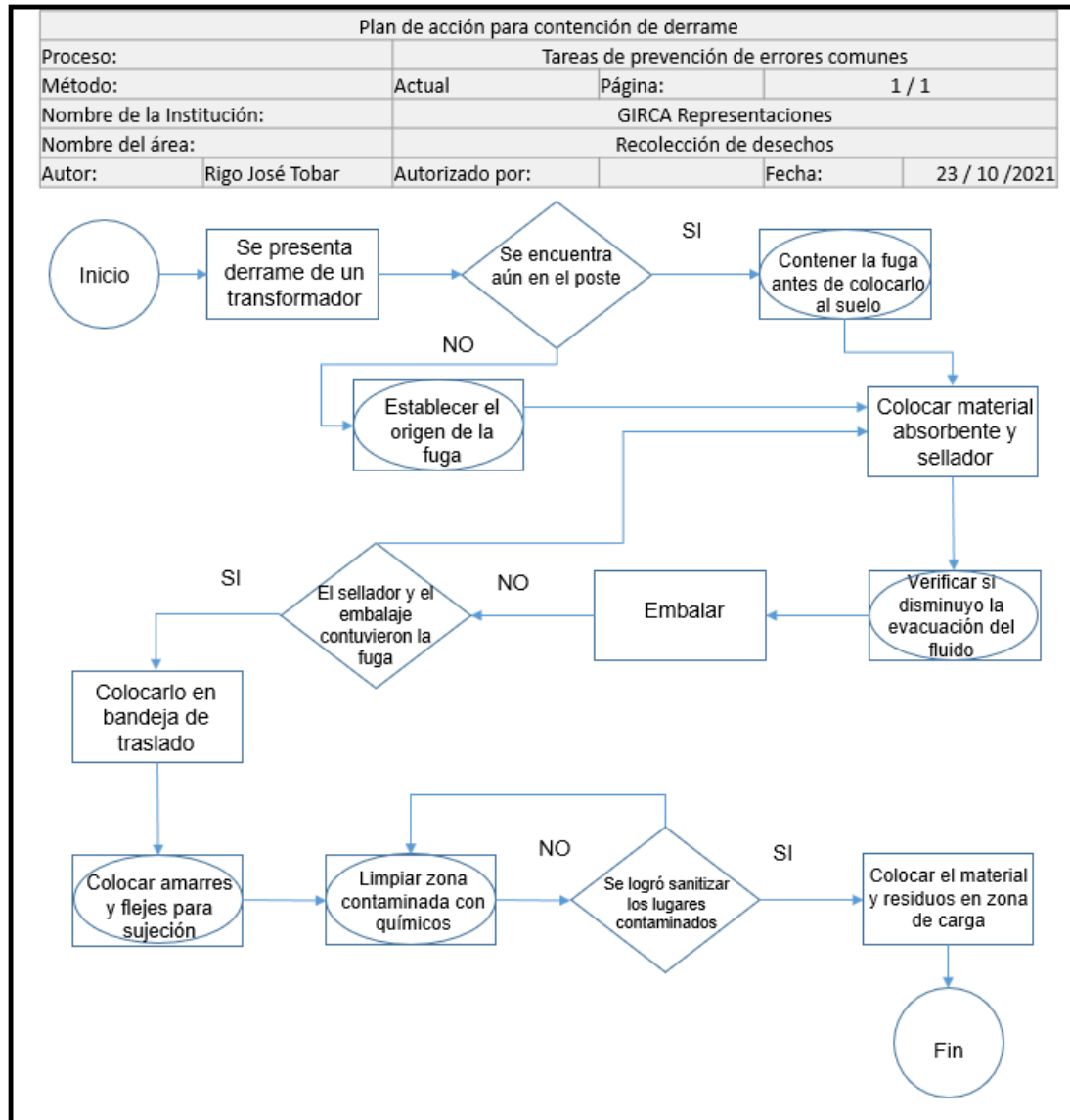
El programa de contención, embalaje y acciones responsables para el manejo de la carga es una prioridad, evitar derrames, fugas o alguna situación similar que comprometa el medio ambiente y la salud del equipo de trabajo es una prioridad para la empresa. Ante la presencia de un evento no controlado será necesario adoptar medidas de reacción para reducir el grado del impacto ocasionado.

Tabla XX. Planes de limpieza para diversos escenarios

Escenario	Acciones o actividades
Derrame	Establecer el origen de la fuga
	Contener el punto central de la fuga
	Aplicar sellante
	Embalar
	Colocarlo en pallet con material absorbente
	Limpiar la zona contaminada
	Colocar el material y residuos empleados en tonel
Incendio	Mantener la calma y localizar el extintor
	Buscar la fuente de incendio
	Establecer el grado de peligro para actuar con extintor
	De ser un evento fuerte llamar a los bomberos y permanecer alejado
	De poder participar y no colocarse en riesgo, podrá utilizar el extintor para controlar el incendio
Limpieza de sólidos	Colocar todos los residuos del área de Incidencia, en el recipiente propuesto.
Limpieza de PCB en agua superficial	Emplear equipos hidráulicos y bombas de vacío para extraer la mayor cantidad de agua contaminada, de preferencia utilizar tubería de hule pesada para que pueda extraer el agua de la parte más baja de donde se presentó el incidente.

Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PC)*. p. 74.

Figura 37. Plan de acción para contención de derrame



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

El plan de acción se propone para aquellos trabajadores que interactúan con los transformadores.

## **4.2. Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución**

Los trabajos realizados por GIRCA deberán adoptar los principios de la norma técnica emitida por la CNEE, que según del decreto 93-96 del congreso de la República de Guatemala norma el desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad, la empresa forma parte de ese conglomerado especial deberá incluir en sus maniobras diarias los requisitos fundamentales para evitar accidentes en las conexiones de baja y media tensión.

Artículo 1. Objetivos de las normas. Estas normas tienen por objeto establecer las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos para asegurar que las mejoras y expansiones de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, se diseñen y operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio.<sup>5</sup>

Conforme al artículo 1 de la norma y los siguientes artículos es importante incluir los criterios que permitan trabajar en el marco de la ley, evitar sanciones o multas, pero más importante es el poder trabajar con estructuras y protocolos ya establecidos donde se pueda garantizar la salud de sus trabajadores, evitando fugas de químicos, reduciendo la probabilidad de contaminar el medio ambiente con residuos y desechos sólidos al desarrollar los proyectos.

Dentro del nuevo modelo de trabajo y de operaciones los cuadrilleros podrán presentar propuestas para soluciones viables que permita optimizar el uso de los desechos, reducir la contaminación por residuos o mejorar el método de separación-recolección de los residuos en los proyectos, destacará toda

---

<sup>5</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución*. p. 1.

aquella propuesta que mejore el manejo de los residuos químicos o fluidos contaminantes en toneles o recipientes acondicionados en los vehículos.

GIRCA es una empresa asociada a servicios de mantenimiento en recolección e instalación de transformadores de media tensión y líneas aéreas se incluyen aquellos artículos del título II que representan mayor interés asociado al trabajo que realiza la empresa.

**“Artículo 11. RUTA.** La optimización de la construcción de las líneas aéreas de energía eléctrica, requiere del diseño la trayectoria de longitud mínima, sin menoscabo de la seguridad, operación, mantenimiento y accesibilidad; para lo cual, además de los factores técnicos y económicos, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

11.1 Tramos rectos El diseño deberá dar preferencia al trazo rectilíneo.

11.2 Alineación de postes. En poblaciones urbanizadas, todas las estructuras deberán quedar alineadas y en un solo lado de la acera o calle para toda la red, en sentido longitudinal y transversal.

11.3 Cruce de vías. Minimícese el número de cruzamientos con otros derechos de vías tales como: Vías férreas, carreteras, instalaciones telefónicas o de vídeo, canales navegables, etc. Cuando sea necesario realizar los cruces de vías, estos deberán realizarse de preferencia perpendicularmente al derecho de vía.

11.4 Evitar riesgos de colisión con las estructuras. Las estructuras se deberán instalar en lugares en donde las condiciones de tránsito no sean adversas, evitando riesgos de colisión sobre las mismas.

11.5 Paso sobre vivienda existente. No deberá diseñarse y/o construirse líneas aéreas de cualquier nivel de tensión sobre viviendas.

11.6 Construcción de obras civiles debajo de líneas existentes. Dentro del derecho de servidumbre de líneas aéreas podrá construirse obras civiles, siempre y cuando: A) Se cuente con la autorización del distribuidor y; B) Se respeten las distancias mínimas de seguridad establecidas en estas Normas o sus referencias.

11.7 Interferencias Eléctricas. El diseño de las líneas deberá respetar los criterios, así como las distancias recomendadas por normas internacionales tales como IEC, ANSI, CSA CAN3-C108.3.1- M84 u otra norma correspondiente, para evitar o minimizar las interferencias eléctricas en componentes ajenos a la red eléctrica.

11.8 Accesos a inmuebles. El distribuidor deberá prevenir la obstaculización de los accesos a los inmuebles. Si en el momento del diseño de la red, los inmuebles afectados no tuvieren definidos sus accesos, las estructuras deberán ser ubicadas frente a los límites de propiedad en donde estos colindan.

11.9 Señalización de líneas. Cuando por razones de la topografía del terreno los vanos de las líneas sean muy largos o queden a alturas considerables de la superficie del suelo, o cuando se construyan líneas aéreas en lugares de tránsito aéreo de baja altura (avioneta o helicópteros), los conductores deberán tener señalizaciones adecuadas para hacerlos visibles”.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de Distribución (NTDOID)*. p. 6.

**“Artículo 12. RELACIONES ENTRE LÍNEAS.** Cuando se considere la construcción de dos ó más líneas aéreas, o de una línea aérea con una de comunicaciones, utilizando las mismas estructuras, se deberá cumplir con los siguientes requerimientos.

12.1 La línea de mayor tensión deberá quedar en la parte superior.

12.2 Cuando se trate de líneas aéreas de suministro eléctrico y de comunicación, las primeras deberán estar en los niveles superiores y conservar su misma posición en todo su trayecto, considerando las transposiciones necesarias de los conductores.

12.3 La estructura deberá diseñarse con la adecuada resistencia mecánica y de tal forma, que no obstruya los trabajos de mantenimiento.

12.4 La distancia de seguridad de línea a línea deberá estar de acuerdo a la Tabla No. 7 de estas Normas”.<sup>7</sup>

**“Artículo 13. ACCESIBILIDAD A LÍNEAS AÉREAS.** Para efectos de operación y mantenimiento, el diseño de las líneas aéreas deberá considerar que éstas sean accesibles, en cualquier época del año, al personal y equipo requerido”.<sup>8</sup>

**“Artículo 14. EQUIPO ELÉCTRICO CONECTADO A LA LÍNEA.**

14.1 Accesibilidad. Las conexiones, derivaciones y el equipo eléctrico conectado a las líneas aéreas, tales como: transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos fusibles, seccionadores, pararrayos, capacitores, equipos de control, etc., deberán estar dispuestos de tal forma que sean accesibles en todo momento al distribuidor o personal autorizado por él.

14.2 Indicación de posición de operación. Los interruptores, cortacircuitos, seccionadores, etc., deberán indicar claramente su posición de “abierto” o “cerrado”, ya sea que se encuentren dentro de gabinetes o estén descubiertos. 14.2 Fijación de operación. Con la finalidad de evitar operaciones indeseadas, los interruptores, seccionadores, etc., deberán estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de “abierto” o “cerrado”.

14.4 Transformadores y equipos montados en las estructuras. La parte más baja de los transformadores y equipos montados en estructuras, deberá estar a una altura mínima sobre el nivel del suelo de acuerdo a lo establecido en la Tabla No. 10 de estas Normas”.<sup>9</sup>

**“Artículo 15. AISLAMIENTO DE LA LÍNEA.** 15.1 Cuando no sea posible cumplir las distancias mínimas de seguridad estipuladas en estas Normas, únicamente por la presencia de árboles, vegetación ó áreas protegidas, los conductores eléctricos y otras superficies energizadas asociadas a las líneas, deberán ser protegidos o aislados para la tensión de operación.

15.2 Para el diseño del aislamiento de las líneas aéreas deberá seleccionarse aisladores que estén garantizados para evitar saltos de arco eléctrico en condiciones de operación, sobretensiones transitorias, humedad, temperatura, lluvia o acumulaciones de suciedad, sal y otros contaminantes que no son desprendidos de una manera natural.

15.3 Los aisladores podrán ser de porcelana, vidrio u otro material que tengan características mecánicas y eléctricas equivalentes o superiores que los antes mencionados. Deberán estar identificados por su fabricante ya sea con su nombre

---

<sup>7</sup> Ibíd. p. 7.

<sup>8</sup> Ibíd.

<sup>9</sup> Ibíd.

comercial, con un número de catálogo, u otro medio, de tal forma que permita determinar sus propiedades eléctricas y mecánicas a través de catálogos u otra literatura.

15.4 Los aisladores deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar esfuerzos mecánicos a los que están sometidos por: cargas máximas de viento, severo abuso mecánico, descargas electroatmosféricas, arcos de energía y condiciones de contaminación desfavorable (salinidad, corrosión, gases y lluvia ácida, humo, polvo, neblina, etc.), sin exceder los siguientes porcentajes de su resistencia mecánica a la ruptura; A) Cantilever 40 % B) Compresión 50 % C) Tensión 50 %.

15.5 El nivel de aislamiento de los aisladores. Los valores de tensión de flameo en seco de un aislador o de una cadena de aisladores cuando se prueban de acuerdo con las normas ANSI C29.1-1988 no deben ser inferiores que los presentados en la tabla "A". En zonas en donde las descargas COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA –CNEEPágina 7/54 NORMAS TECNICAS DE DISEÑO Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN – NTDOIdelectroatmosféricas son severas o existen condiciones de contaminación atmosférica alta u otra condición de contaminación desfavorable, deben usarse aisladores con tensiones de flameo en seco adecuadas a esas condiciones.

15.6 Los aisladores deberán cumplir con la Norma ANSI C29".<sup>10</sup>

#### **“Artículo 16. PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS, ESTRUCTURAS Y EQUIPO.**

Las Puestas a tierra indicadas a continuación, deberán efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el TITULO II, Capítulo IV de estas Normas.

16.1 Conductor Neutral. Todos los conductores utilizados como neutral en circuitos primarios, secundarios y líneas de servicio deben estar efectivamente conectados a tierra. Esto no aplica para aquellos circuitos diseñados para dispositivos de detección de fallas a tierra y con impedancia limitadora de corriente.

16.2 Partes no portadoras de corriente. Las estructuras metálicas, incluyendo postes de alumbrado; las canalizaciones metálicas; los marcos, carcasas y soportes del equipo de líneas aéreas; las cubiertas metálicas de los cables aislados; las palancas metálicas para operación de equipo, así como cables mensajeros, estarán efectivamente conectados a tierra de tal manera que durante su operación no ofrezcan peligro a las personas. Puede omitirse esta puesta a tierra en casos especiales, cuando así lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protectores o tengan otra clase de aislamiento que impidan el contacto de personas o animales con dichas partes metálicas, o bien cuando éstas quedan fuera de su alcance, a una altura mayor de 2.5 m.

16.3 Retenidas. Las retenidas también deberán cumplir con lo indicado en el párrafo anterior, cuando formen parte de estructuras que soporten circuitos de más de 300 V o estén expuestas a contacto con dichos circuitos. Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos:

A) Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores, siempre que estos cumplan con lo indicado en el Artículo 20, inciso 20.4, literales E, F, & G y;

B) Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados".<sup>11</sup>

**Artículo 18. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.** “18.1 Generalidades: A) Aplicación. Este artículo cubre las distancias mínimas de seguridad, de las situaciones más comunes, de líneas aéreas de suministro eléctrico y de

---

<sup>10</sup> Ibíd. p. 8.

<sup>11</sup> Ibíd.

comunicaciones y tiene la intención de desarrollar una doble función bajo las condiciones de operación esperadas: 1) Limitar la posibilidad de contacto por personas con los circuitos o equipos; 2) Impedir que las instalaciones de un distribuidor entren en contacto con, las instalaciones de otro o con la propiedad pública o privada.

B) Medición de distancias y espaciamentos: Para referirse a la separación entre conductores y sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, etc., se usan en este artículo los términos distancia y espaciamento. A menos que se diga otra cosa, todas las distancias deben medirse de superficie a superficie y todos los espaciamentos se deberán medir de centro a centro. Para propósito de medición de las distancias, los herrajes y accesorios que estén energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, se deben considerar como parte integral de los mismos conductores. Las bases metálicas de las mufas, pararrayos y de equipos similares deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

C) Cables de suministro: Las distancias para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica, siempre que sean capaces de soportar pruebas conforme a Normas aplicables. 1) Cables de cualquier tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kV ó menos, que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo efectivamente puesto a tierra; 2) Cables de cualquier tensión no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo efectivamente conectado a tierra; 3) Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores de 5 kV entre fases o 2.9 kV de fase a tierra.

D) Conductores Cubiertos (encerrados): Los conductores cubiertos deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de distancias, excepto en lo que se refiere al espaciamento entre conductores de la misma fase o de diferentes circuitos, incluyendo conductores conectados a tierra. El espaciamento para conductores cubiertos puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa y que su cubierta provea suficiente resistencia dieléctrica para prevenir corto circuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra

E) Conductor Neutral: 1. Los conductores neutrales efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 kV a tierra, pueden considerarse, para fines de fijar su distancia y altura, como conductores mensajeros o retenidas. 2. Todos los otros conductores neutrales deben tener la misma distancia y altura que los conductores de fase de sus respectivos circuitos.

F) Circuitos de corriente alterna y continua: Las disposiciones de este artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente continua. En los circuitos de corriente continua, se deben aplicar las mismas distancias establecidas

para los circuitos de corriente alterna que tengan la misma tensión de cresta a tierra".<sup>12</sup>

**18.2 Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.** "Los requisitos de este numeral se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores y cables de líneas aéreas, respecto del suelo, agua y parte superior de rieles de vías férreas: A) Aplicación. Las distancias verticales deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla No.2 y se aplican bajo las siguientes condiciones: 1) La condición que ocasione la mayor flecha final: temperatura en los conductores de 50°C, sin desplazamiento de viento, o la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada la operación de la línea sin desplazamiento de viento, cuando esta temperatura es mayor de 50°C; 2) flecha final sin carga, en reposo. B) Distancias adicionales para conductores. 1) Para tensiones entre 22 y 470 kV, la altura básica de los conductores especificada en la Tabla No. 2 deberá incrementarse 0.01m por cada kV en exceso de 22 kV. Todas las distancias para tensiones mayores de 50 kV deben ser basadas en la máxima tensión de operación. 2) Para tensiones mayores de 50 kV, la distancia adicional del inciso anterior deberá aumentarse tres por ciento (3%) por cada 300 m de altura de exceso de 1,000 m sobre el nivel del mar".<sup>13</sup>

**18.7 Espacio para escalar:** "Los siguientes requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para escalar.

A) Localización y Dimensiones: 1) Debe dejarse un espacio para escalar con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso E) de este numeral enfrente de cualquier conductor, cruceta y otras partes similares 2) El espacio para escalar se requiere solamente en un lado ó esquina del soporte; 3) El espacio para escalar debe extenderse verticalmente arriba y debajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos E) y F) de este numeral, pero puede cambiarse de un lado o esquina del soporte a cualquier otro.

B) Partes de la estructura en el espacio para escalar: Cuando las partes de la estructura estén en un lado ó esquina del espacio para escalar, no se considera que obstruyan dicho espacio.

C) Localización de las crucetas respecto del espacio para escalar: Se recomienda que las crucetas se localicen en el mismo lado de la estructura. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen crucetas dobles o cuando las crucetas no sean paralelas.

D) Localización de equipo eléctrico respecto del espacio para escalar: Equipos eléctricos como transformadores, reguladores, capacitores, mufas, pararrayos e interruptores deben ser instalados fuera del espacio para escalar, cuando se localicen bajo los conductores.

E) Espacio para escalar entre conductores: El espacio para escalar entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la tabla No. 11. Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para escalar de 0.60 m libre de obstáculos, siempre que los conductores que limitan dicho espacio estén protegidos con una cubierta aislante adecuada a la tensión existente. El espacio para escalar debe dejarse previsto longitudinal y transversalmente a la línea y

---

<sup>12</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID)*. pp. 9-10.

<sup>13</sup> *Ibíd.* p. 10.



extenderse verticalmente no menos de 1.0 m arriba y debajo de los conductores que limiten el espacio mencionado. Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8.7 kV a tierra o 15 kV entre fases, el espacio para escalar debe extenderse verticalmente cuando menos 1.5 m arriba del conductor eléctrico más alto. Excepción No. 1: Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban más allá de los conductores y equipo, a menos de que estén desenergizados. Excepción No. 2: Este requisito no se aplica si el espacio para escalar puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea desenergizada.

F) Espacio para escalar frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas: El ancho total del espacio para escalar debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1.0 m arriba y abajo del tramo (o 1.5 m conforme a lo indicado en el inciso E) de este numeral). El ancho del espacio para escalar debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate. Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros, no obstruyan el espacio para escalar, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan. Excepción: Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentra el espacio para escalar, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores eléctricos más próximos sobre la cruceta, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes: 1) Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 V o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en el numeral 18.1 B), de cualquier tensión, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares. 2) Que los conductores eléctricos más próximos soportados en la cruceta, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor de 1.2 m arriba o abajo del tramo de línea.

G) Espacio para escalar frente a conductores verticales: Los tramos verticales protegidos con tubo conduit u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura sin separadores, no se considera que obstruyen el espacio para escalar”.<sup>14</sup>

**18.8 Espacios para trabajar:** “A) Localización: 1) Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para escalar.

B) Dimensiones: 1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para escalar hasta el más alejado de los conductores en la cruceta; 2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para escalar (véase artículo 18, numeral 18.7E). Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara externa de la cruceta; 3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura no menor que la señalada en el artículo 18, numeral 18.5C, para la distancia vertical de conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura.

C) Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar: 1) Los espacios para trabajar no deben obstruirse por conductores

---

<sup>14</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID). p. 24.

verticales o derivados. Tales conductores deben ser colocados de preferencia en el lado de la estructura opuesto al lado destinado para escalar; de no ser esto posible, pueden colocarse en el mismo lado para escalar; siempre que queden separados de la cruceta por una distancia no menor que el ancho del espacio para escalar requerido para los conductores de mayor tensión. Los conductores verticales dentro de tubo conduit adecuado, pueden quedar colocados sobre el lado para escalar de la estructura.

D) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar: Las crucetas transversales pueden usarse bajo las condiciones indicadas en los siguientes subincisos 1 y 2 y siempre que se mantenga el espacio para escalar, definido en el artículo 18 numeral 18.7. 1) Altura normal del espacio para trabajar. Debe dejarse el espacio lateral para trabajar conforme la altura indicada en la tabla No. 7 entre los conductores derivados sujetos a la cruceta COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA –CNEEPágina 26/54 NORMAS TECNICAS DE DISEÑO Y OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN – NTDOIDtransversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre las otras crucetas de soporte de líneas. 2) Altura reducida del espacio para trabajar. Cuando ninguno de los circuitos involucrados excede de 8.7 kV a tierra ó de 15 kV entre fases y se mantienen las separaciones del artículo 18 numeral 18.5 B1.1 y B1.2, los conductores soportados en la cruceta transversal pueden colocarse entre las líneas adyacentes que tienen un espaciamiento vertical normal, aun cuando dicha cruceta obstruya el espacio normal para trabajar, siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor de 45 cm de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados. Esta altura debe quedar arriba o abajo de los conductores de línea, según sea el caso. El anterior espacio puede ser aún reducido a 30 cm, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones: (i) Que no existan más de dos crucetas de línea y de crucetas transversales; (ii) Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se está trabajando”.<sup>15</sup>

#### **4.2.1. Control y protección**

En la norma se entenderá al cuidado y ciertos aspectos importantes para la instalación de tableros de mando, de control y sistema de protección. Los tableros deberán colocarse donde el trabajador no se encuentre expuesto a daños por la proximidad de partes energizadas o partes de maquinaria expuestas, especialmente para equipos que puedan quedar en movimiento.

---

<sup>15</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID)*. pp. 26-27.

Figura 38. **Puntos críticos para control y protección de tableros conforme la norma**



Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución.* p. 41.

#### 4.2.2. Tipo de material

Diferentes normas de seguridad concuerdan que es necesario emplear materiales no inflamables y resistentes a la corrosión, dentro de la norma técnica se confirma el hecho de instalar tableros en puntos seguros donde se eviten filtraciones de agua, que se evite la acumulación de humedad y específicamente los tableros sean de materiales no inflames.

### **4.2.3. Arreglo e identificación**

Para el trabajo acorde a los criterios de la norma, ya sea para baja o media tensión se requiere que las conexiones y la red de alambres en los tableros sea organizada, con un determinado orden y en forma tal que el equipo sea fácilmente identificable, puede emplearse códigos de colores por el desarrollador del proyecto, quedará a discreción propia, pero no la red de cables en domicilios o industria será introducida en ductos de pvc, u otros materiales, no es necesario emplear códigos específicos. Para cada proyecto será necesario segmentar por colores la distribución total de la red eléctrica.

### **4.2.4. Sala de baterías y sus generalidades**

En GIRCA se ha planteado la necesidad de incluir en su bodega o patio de maniobras el espacio adecuado para almacenar baterías de los equipos estacionarios que fueron trabajados, luego de concluir con sus actividades establecidas se retiran las baterías que cumplieron con su tiempo de vida útil o conforme a lo que el fabricante del equipo que alimentan ha autorizado, las baterías se trasladan a la empresa y se desechan o se mezclan con la basura común, pero eso ha ocasionado deterioro al medio ambiente.

Tabla XXI. **Requisitos para sala de baterías conforme la norma NTD01D**

<b>Requisito básico</b>	<b>Descripción</b>
Generalidades	Los caminamientos deberán poseer por lo menos 0,80m de ancho y 2,00m de altura.
	Se deberán instalar rótulos de advertencia dentro y fuera de la sala de baterías, prohibiendo fumar, usar flamas abiertas y el uso de herramientas que produzcan chispas o fuentes de ignición.
	Los trabajadores o personas que se encuentren dentro del área específica deberán portar el equipo de protección personal.
Ubicación	Las baterías deberán permanecer en un local o área de Almacenaje Independiente
Ventilación	La ventilación natural o artificial, deberá ser apropiada para evitar la acumulación de concentración de gases y mezclas explosivas.
Iluminación	No deberá instalarse en el interior de esos ambientes: interruptores, tomacorrientes ni algún otro aparato que pueda producir chispas, llamas o que tengan elementos incandescentes descubiertos.
	El alumbrado deberá realizar exclusivamente con lámparas eléctricas del tipo protegido y controladas desde fuera del ambiente.

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución*. p. 41.

Es necesario que dentro del espacio asignado para el resguardo de las baterías se incluya por lo menos 2 juegos de lentes industriales, guantes resistentes al ácido, delantal protector, foro protector para calzado, tomas de agua o garrafón portátil con agua desmineralizada o con agentes neutralizantes de ácido para enjuague de ojos y piel. Se colocarán recipientes para desechar residuos contaminantes, los recipientes deberán estar instalados en puntos accesibles para reaccionar ante algún evento o probabilidad de incendio. Es importante sostener constantemente los niveles de circulación de corriente de aire natural o con tiro inducido para evitar la concentración de gases.

#### 4.2.5. Listado de errores comunes

En la mayoría de ocasiones los errores pueden ser atribuidos a la mala conexión de los equipos eléctricos hacia la línea viva, la norma establece un conjunto de acciones necesarias para evitar tales deficiencias en su accesibilidad, posición de operación, fijación de operación y la forma en que pueden instalarse los transformadores u otros equipos eléctricos en estructuras.

Tabla XXII. Listado de errores comunes

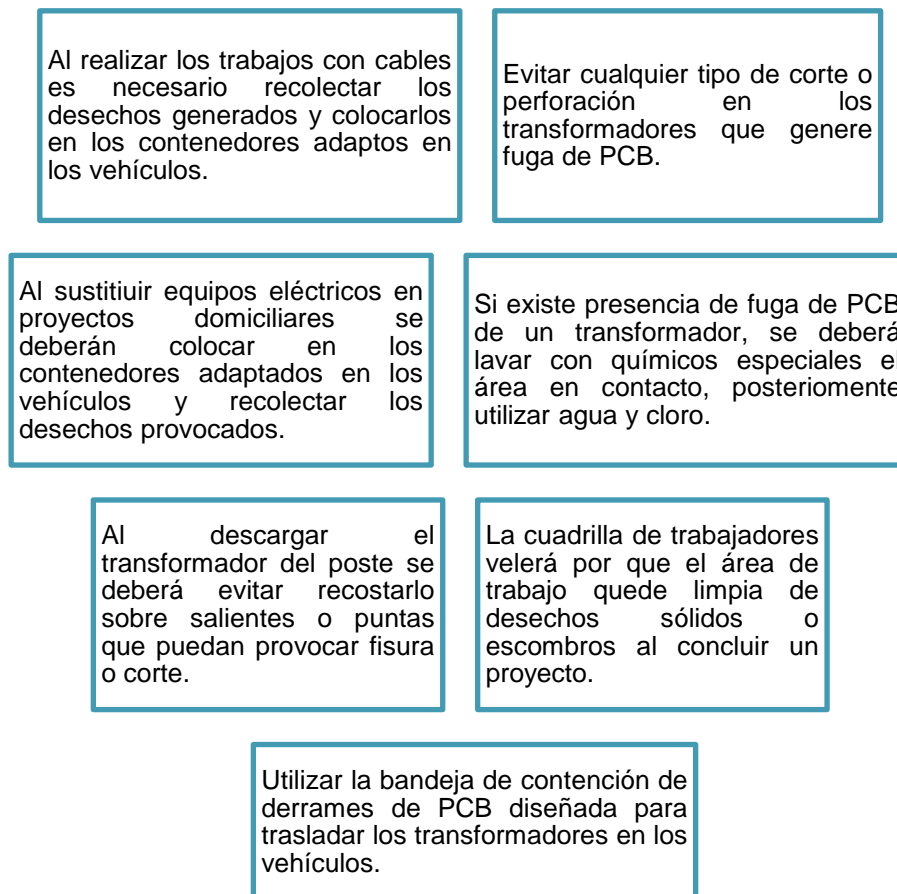
<b>Punto crítico de interés</b>	<b>Descripción</b>
Accesibilidad	Las conexiones, derivaciones y el equipo eléctrico conectado a líneas aéreas tales como los transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos fusibles, seccionadores, pararrayos, capacitores, equipos de control, deberán estar dispuestos de tal forma que sean accesibles en todo momento al distribuidor o personal autorizado por CNEE.
Indicación de posición de operación	Los interruptores, cortacircuitos, seccionadores, deberán indicar claramente su posición de “abierto” o “cerrado”, ya sea que se encuentren dentro de gabinetes o estén descubiertos.
Fijación de operación	Con la finalidad de evitar operaciones indeseadas, los interruptores o seccionadores, deberán estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de “abierto” o “cerrado”
Transformadores y equipos montados en las estructuras	La parte más baja de los transformadores y equipos montados en estructuras, deberá estar a una altura mínima sobre el nivel del suelo de acuerdo a lo establecido por las normas generales de la CNEE.

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución*. p. 41.

#### 4.2.6. Acciones preventivas

Se deberán incorporar nuevas acciones y normas básicas de seguridad para trabajar con baja tensión, media tensión y equipos eléctricos, de tal forma que se eviten riesgos fatales con los trabajadores, hacia el medio ambiente reducir la probabilidad de causar contaminación por la mala ejecución de las tareas en los proyectos.

Figura 39. Acciones preventivas

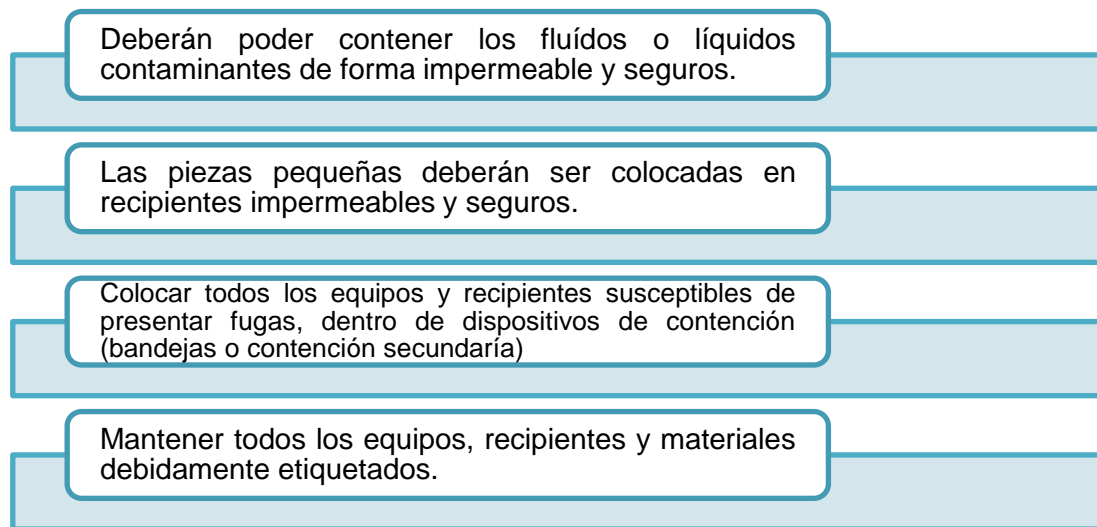


Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PC)*. p. 79.

### 4.3. Diseño de recipientes bajo normas y estándares internacionales

En Guatemala según el acuerdo de Estocolmo suscrito es necesario que los recipientes, depósitos transitorios, material de absorción y zona de almacenaje cumpla lo establecido en las normas ANSI MH2 1991, NOM-EE-194-195-CT y los procedimientos de prueba del Libro Naranja de Naciones Unidas (*Transport of Dangerous Goods*).

Figura 40. **Requerimientos mínimos y específicos conforme las normas internacionales**



Fuente: elaboración propia.

Parte de la inclusión de las normas internacionales establece que se deberá rotular y etiquetar todos los recipientes que se utilizan para el traslado, trasiego y resguardo final de los materiales, fluidos y desechos contaminantes extraídos de los proyectos culminados, para evitar que las disposiciones finales se vean comprometidas, reduciendo contaminación cruzada.



#### 4.3.1. El diseño eficiente con trinquete de aseguramiento

Es un mecanismo de sujeción que poseen algunos toneles de metal en la parte superior, justo donde se encuentra la tapa, por medio de ese mecanismo se puede agregar eficiencia al modelo de resguardo de los desechos contaminante, esto evita fugas aun cuando se voltee accidentalmente el tonel.

Figura 41. Tapa con trinquete de aseguramiento



Fuente: Amazon. *Tapa de tambor de cierre de cerdo*. <https://www.amazon.com/-/es/tambor-tambores-abierta-galones-Amarillo/dp/B00BUC1I1W?th=1>. Consulta: diciembre de 2021.

Por medio de este mecanismo se reforzaría la técnica de contención de residuos líquidos o fluidos contaminantes, sus dimensiones son para el anillo mayor 29 pulgadas, para la tapa amarilla 26 pulgadas y la palanca de trinquete 7 pulgadas. Estas tapaderas pueden comprarse por medio de una página de internet a un precio de Q 2 400,00 con vida media estimada de 5 años, puede contener la mayoría de fluidos que poseen los transformadores.

#### 4.3.2. Capacidad de almacenaje según el desempeño esperado

Se pueden asignar dos variables de medición para la capacidad de almacenaje, la primera se verá limitada por el volumen de los desechos o restos de partículas que serán colocados en los toneles, estos pueden alcanzar un diámetro no mayor a 1 metro y altura de 1,30 metros. La segunda variable es la densidad y viscosidad del material, puede alcanzar la mitad del recipiente, pero no podrá exceder la capacidad de carga en peso, están diseñados para soportar hasta 2 000 kilogramos de fuerza en sus paredes laterales, la cara inferior por el tipo de soldadura y materiales empleados podría soportar hasta 3 000 kilogramos/fuerza en reposo.

Figura 42. **Tonel para contener los fluidos y líquidos contaminados con PCB**



Fuente: DISSET. *Tapetes absorbentes para barriles.*

<https://www.interempresas.net/Alimentaria/FeriaVirtual/Producto-Tapetes-absorbentes-para-barriles-Disset-130529.html>. Consulta: 4 de diciembre de 2021.

### 4.3.3. Monitoreo y supervisión de los recipientes

Los recipientes deberán incorporar una guía de manejo, guía de almacenaje y contraseña de entrega, donde se consigne la información general del producto o material que está siendo embalado, la fecha, hora y lugar de donde fue recolectado, el volumen de carga o peso aproximado de carga, si es necesario firmar de recibido en las oficinas centrales, el monitoreo permitirá que se eviten fugas contaminantes en su traslado y almacenaje.

Tabla XXIII. **Guía de inspección y monitoreo de recipientes**

GUÍA DE INSPECCIÓN DE RECIPIENTES					
Responsable:			Fecha:		
Recibe conforme:		Vehículo que despacha:			
		# correlativo para archivo:			
Origen de proyecto:					
Marcar con una X según la casilla que representa si cumple o no					
ITEM	SI	NO	ITEM	SI	NO
Posee embalaje			Posee trinquete asegurado		
Presenta fisuras			Se acompañan desechos sólidos contaminados		
Presenta golpes o abolladuras					
Presenta fugas			Se etiquetaron todos los desechos entregados		
Posee bandeja de contención					
Presenta contraseña de entrega			Fue necesario limpiarlo		
Se descarga en tarima o pallet			Presenta señales de fuego		
Observaciones: en este espacio se deberá anotar cualquier debilidad encontrada durante la revisión de los equipos, o por aspectos puntuales sobre los desechos recolectados.					
Firma de revisión archivo interno					

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4. Factores de riesgo que afectan el mal manejo de los desechos**

Los proyectos asociados a los trabajos eléctricos representan factores indeterminados de contaminantes por el mal manejo de los desechos provenientes de los proyectos ejecutados, a estos eventos se le suma la probabilidad de derrames químicos contaminantes, alguno de estos puede ser excesivamente volátiles, la emisión de gases contaminantes podría provocar lesiones graves de consideración en el personal de trabajo o en las personas que puedan encontrarse cerca del lugar de los hechos.

Se consideraría que los riesgos latentes son hacia la salud humana y hacia el ecosistema en general, de una u otra manera la salud humana se vería en riesgo final, si el ecosistema del lugar donde se trabaja o donde se emplean protocolos deficientes de almacenaje se ve comprometido por fugas de toxicidad, bioacumulación, biomagnificación y transporte de gases tóxicos a través del aire por evaporación o re-condensación puede retornar al ciclo de vida de los seres humanos, esto provocaría daños irreparables.

Estos riesgos pueden reducirse y finalmente evitarse, empleando los protocolos adecuados de clasificación, recolección, almacenaje, traslado y resguardo final en las instalaciones hasta que sean entregados a la empresa externa responsable para desecharse finalmente de ellos. De tal forma que en GIRCA es necesario incluir en sus acciones diarias el uso responsable de toneles y contenedores especiales para colocar los desechos contaminantes y no contaminantes, clasificar los desechos que pueden reincorporarse a nuevos proyectos de menor dimensión, desechar los PCB conforme a las normas ya mencionadas colocando tarimas o pallets para separar del suelo los recipientes, cubrir con material absorbente si se presenta una fuga poder ser controlada, en general se deberán cumplir las acciones preventivas ya establecidas.

#### 4.4.1. Riesgo humano

El MARN establece en su guía técnica para el manejo de los PCB que estudios en humanos han demostrado causas de envenenamiento por exposición, este efecto inicia entre 800 y 1 000 partes por millón, los primeros síntomas inician en la piel y ojos. En la guía se establece que el ser humano puede exponerse por inhalación, por absorción cutánea y por ingestión.

Tabla XXIV. Riesgo humano y sus efectos al exponerse al PCB

Tipo de efecto	Descripción
Efectos agudos	Irritación cutánea (acné, hiperpigmentación)
	Irritación ocular por hipersecreción en las glándulas lagrimales
	Dolor de cabeza y fiebre
	Entumecimiento
	Desórdenes del hígado
Efectos crónicos	Trastornos inmunitarios
	Efectos sobre la reproducción
	Posible carcinógeno
	Trastorno del desarrollo neurológico
	Desórdenes de la piel
	Desórdenes en el hígado
	Efectos neuromusculares
	Otros desórdenes viscerales
	Sistema inmunológico
	Desórdenes metabólicos
	Problemas reproductivos y anomalías fetales
	Carcinógenos y efectos citogenéticos
Efectos toxicológicos	Desórdenes de la piel
	Desórdenes en el hígado
	Efectos neuromusculares
	Sistema inmunológico
	Desórdenes metabólicos
	Anomalías fetales

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PC)*. p. 25.

#### **4.4.2. Contaminación al medio ambiente**

El mal manejo de los PCB provoca daños irreparables en la fauna y flora del lugar, si el derrame ocurre en tierra, grava o tierra puede filtrarse hasta el manto acuífero subterráneo, si el mal manejo provoca que se mezcle con corrientes de aguas negras podría desembocar en ríos, lagos o en el mar, ya mezclado en una corriente fluvial puede ser absorbido por la fauna marina, estas se contaminan y pueden morir inmediatamente, estudios revelan que los PCB pueden vivir hasta 5 años en el manto acuífero.

La contaminación por emisión de gases puede biodegradar plantaciones de hortalizas, legumbres o cosechas que servirán para el sustento de varias familias, también se presenta la contaminación cruzada, debido a las partículas pulverizadas pueden viajar en corrientes de aire a largas distancias formando parte de un nuevo ecosistema deteriorándolo lentamente, en general la contaminación con el medio ambiente debe evitarse, cualquiera de las formas establecidas puede ocasionar daños en fauna y flora.

Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es necesario evitar fugas de PCB hacia el medio ambiente por una serie efectos nocivos al entorno, contaminando fauna, flora y al ser humano, porque en su Guía Práctica describe dos eventos, uno denominado contaminación fría y el otro, contaminación caliente, también diseña un conjunto de actividades necesarias para corregir los daños causados y tareas oportunas para su contención.

- **Contaminación fría**

Se caracteriza por una fuga o derrames causados por picos de voltaje o defectos de aislamiento, provocando sea esparcido en un área y pueda infiltrarse al suelo. El arco puede liberar ácido clorhídrico. No hay presencia de fuego.

Se debe chequear la hermeticidad de los equipos, debe determinar que no existan peligros de derrames hacia el ambiente o la red de sanidad pública. En caso se dé un accidente se deben realizar las siguientes medidas:

- Poner sobre aviso a las autoridades correspondientes.
- El personal debe poseer equipo apropiado de protección.
- Delimitar un perímetro de seguridad y ventilar las instalaciones.
- Limitar el derrame sellando la brecha con trapos, filmes plásticos y usando absorbentes (arena, aserrín o cemento).
- Limpiar el piso, si es hermético solamente se debe raspar completamente y usar vapor para ablandar los PCB's, no usar solventes clorados, no usar llama; se debe usar detergentes suaves. En caso de no ser hermético se deben de remover el concreto, tierra, entre otros.

#### Descontaminación de pisos

- El personal deberá protegerse con overoles impermeables, lentes, guantes de látex, botas de hule.
- Las maniobras de descontaminación deberán hacerse con implementos desechables, tales como: cepillos plásticos, entre otros.
- Los desechos contaminados deberán almacenarse en tambores certificados para su posterior incineración.
- Raspar completamente y usar vapor para ablandar los PCB. No usar solventes clorados, sino detergentes suaves.<sup>16</sup>

- **Contaminación caliente**

Este caso involucra fuego y/o descomposición de los PCB, puesto a las altas temperaturas y la presencia del oxígeno, con lo cual se da la formación de gases clorhídricos, dioxinas y furanos.

#### Prevención de Accidentes Calientes

Para evitar la posibilidad de descomposición de los dieléctricos, la cual puede ocurrir cuando los vapores tóxicos alcanzan 300 °C, se deben seguir los siguientes pasos:

- Prohibir la acumulación de materiales inflamables en los alrededores de los equipos o bloquear los equipos mediante el uso de tabiques refractarios con una clase de resistencia al fuego de dos.

---

<sup>16</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID)*. pp. 7-8.

- Informar a los servicios de emergencia y bomberos de la presencia de equipos con PCB, de que puedan adaptarse los procedimientos de emergencia adecuados.
- Verificar que los artefactos con PCB no estén operando en condiciones de sobrecarga eléctrica puesto aumenta el riesgo de la existencia de vapores contaminantes en el área.
- Verificar que los equipos eléctricos tengan la protección correspondiente.
- Asegurar que los combustibles estén cerrados en forma apropiada. Los sitios donde se manejen los PCB y se depositen artefactos que contengan PCB deben ser distintos a aquéllos donde se realicen otras actividades.

Todas las operaciones claves como el decantado, rebobinado, cambios de voltaje, etc., se deben hacer en talleres especialmente equipados y debidamente capacitados para realizar dichas actividades. Si el objetivo es asegurar que los PCB que contengan los transformadores cumplen correctamente las normas técnicas y especificaciones relativas a las propiedades dieléctricas, dichos transformadores pueden seguir usándose con la condición de que permanezcan funcionando en forma adecuada y sin pérdidas mientras estén a la espera de ser descontaminados, discontinuados o eliminados. Manejo de material contaminado con PCB Se debe de informar acerca de los riesgos, precauciones y las medidas en caso de accidentes. Se prohíbe el uso de artefactos productores de llamas. Evitar la emisión de los vapores al realizar los mantenimientos, almacenar los productos y desechos en contenedores metálicos sellados y etiquetados y evitar el contacto con la piel o los ojos.<sup>17</sup>

#### **4.5. Sistema de documentación en la recolección de los materiales**

Es necesario adoptar medidas de control, de monitoreo y de rastreo sobre los desechos obtenidos durante la ejecución de un nuevo proyecto sin importar si es por remodelación o construcción nueva absoluta, la importancia de incluir el sistema de documentación es por el aporte adherido a la propuesta, emplear los toneles de recolección y los materiales que podrán incorporarse a la economía circular pueden formar parte de un inventario, a diferencia de recolectar y guardar todos esos desechos o materiales sin un adecuado método de organización, el sistema se dividirá por la colocación de un *stickers* de identificación en el contenedor utilizado, con una serie de datos específicos.

---

<sup>17</sup> Comisión Nacional de Energía Eléctrica. *Normas técnicas de diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID)*. pp. 7-8.



Figura 43. Sistema de documentación



Fuente: elaboración propia.

Los *stickers* serán la pieza clave del sistema de documentación, se deberán elaborar conforme el tipo de desecho o residuo, se colocará como una identificación especial para que el personal este enterado que tipo de material se está manejando, es necesario utilizar una ficha de rastreo donde se consignaran los datos generales del material con el código único, se puede generar empleando el número del proyecto como primeros dígitos más el día, mes y año como parte adicional por ejemplo un proyecto de #3568 y que se ejecuta el día 15/10/2021 producirá un código de rastreo #3568151021.

Tabla XXV. **Ficha de rastreo y de control de inventario final**

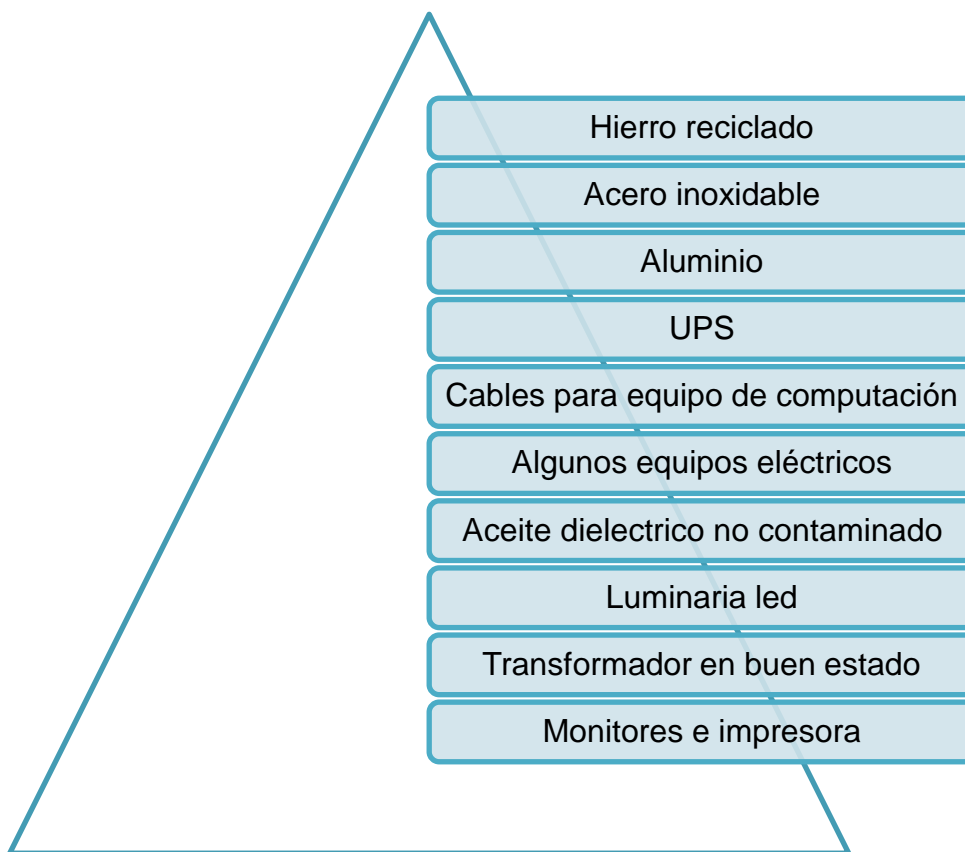
Código de proyecto:	Fecha:
Responsable:	
Lugar del proyecto:	Hora de recolección:
# de personal:	Baja tensión / media tensión
Código de rastreo:	Total de piezas:
Inventario de desechos sólidos:	
Inventario de equipos eléctricos:	
Inventario de toneles con PCB:	
Recibe conforme:	Hora y fecha de entrega:

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5.1. Ingreso hacia la economía circular

Los materiales que fueron clasificados y separados conforme la tabla XII podrán formar parte de la economía circular, estos materiales serán considerados como finalmente eficientes se pueden asignarse a un nuevo proyecto, GIRCA deberá plantear a los contratistas los beneficios de adquirir materiales y productos reciclados, especialmente por la reducción de costos y el bajo impacto negativo hacia el medio ambiente.

Figura 44. **Materiales y equipos viables para formar parte de la economía circular**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.5.2. Egreso de la economía circular**

Los productos y materiales que ya formaron parte de un primer ciclo de reciclaje adoptados a proyectos diferentes del diseño primario podrán ser evaluados para que sean consolidados como chatarra, si un equipo eléctrico posee la capacidad técnica de continuar operando podrá formar parte de un nuevo ciclo de economía circular, si piezas especiales de materiales no biodegradable poseen su estructura en buen estado también pueden ser considerados como materiales elegibles de volver a ser utilizados.

Solamente si un material por sus condiciones físicas, maleables y degradadas no cumple con las especificaciones en expectativas técnicas para el reciclaje podrá ser vendido como chatarra. Actualizar los inventarios es una tarea diaria para el personal de la empresa, la conexión deberá realizarse en tiempo en vivo, el equipo de trabajo en los proyectos podrá utilizar herramientas digitales de comunicación con bodega para indicar cuál es el estado de los materiales y desechos que ya no presentan un beneficio en los siguientes proyectos.

#### **4.6. Fabricación de recipientes de contención de los desechos**

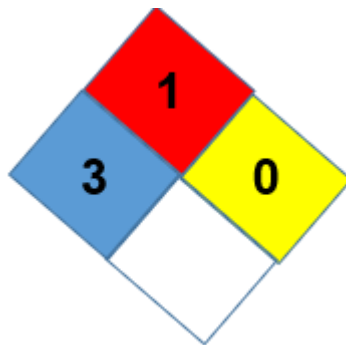
Se evalúa si es viable el fabricar los recipientes a medida para los vehículos y los recipientes que serán distribuidos en las diferentes áreas de la empresa, conforme a los costos de fabricación se posee un estimado de mano de obra y materiales por Q 2 400,00 para un tonel, para las cajillas de los vehículos puede representar un costo de fabricación por Q 1 850,00 por cada una, a diferencia de comprar estos recipientes en empresas que se dedican a la importación y ya poseen normas internacionales de fabricación y de especificaciones mínimas para evitar derrames, fugas y contaminación.

Un tonel apto para el resguardo de los contaminantes y que posee las normas necesarias requeridas en el país puede adquirirse por Q 1 900, una cajilla para los vehículos podría comprarse por Q 1 200,00 incluyendo la instalación, se ahorraría el tiempo de compra de materias primas, obtener certificaciones en las soldaduras de estos recipientes y por último invertir el tiempo del personal del taller quienes trabajarían en esas actividades.

#### 4.6.1. Señalización de área dentro de las instalaciones

Se asignará un espacio confinado para el manejo de los desechos y residuos de PCB a una altura de 2 metros se colocará el rombo de seguridad para establecer que pertenece al PCB.

Figura 45. **Rombo de seguridad del PCB a colocar en las instalaciones**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guía técnica del manejo de equipos eléctricos con bifenilos policlorados (PC)*. p. 35.

El rombo de seguridad indica que por el número 3 es material muy peligroso, por el número 1 su grado de inflamabilidad es superior a los 93 °C y por el número 0 demuestra ser estable por reactividad, el rombo en blanco indica que no posee riesgo especial.

#### **4.6.2. Monitoreo de acciones diarias para evitar fugas en recipientes**

De utilizar los recipientes especiales que cumplen con las normas internacionales para el resguardo de desechos sólidos y aceites contaminantes con PCB solo puede ocurrir fuga si estos contenedores son golpeados con vehículos de carga presentes en la bodega. Los recipientes estarán acuñados sobre pallets, y conforme el MARN se deberá colocar en la parte interior materiales absorbentes o planchas de contención de acero inoxidable. Todos los días el personal a cargo de las instalaciones deberá monitorear si presentan fugas, goteo o cambios físicos en el cuerpo externo de los contenedores, de ser así se deberá informar al superior inmediato quien podrá considerar necesario u oportuno el retirar los materiales de la bodega.

#### **4.6.3. Reutilización de los desechos químicos**

En GIRCA no se poseen procesos autorizados para reutilizar los desechos químicos, es viable y oportuno venderlos a empresas recicladoras, las empresas poseen licencias ambientales específicas que permite re utilizar los químicos en otros equipos o en procesos donde el aprovechamiento final pueda producir algún tipo de combustible o material especial para otro equipo de menor complejidad como los transformadores.

En esencia la reutilización de los desechos químicos puede iniciar con la separación y recolección de los mismo, se ha presentado en las tablas anteriores, que es necesario separar el aceite o químicos PCB de los contaminados con los que aún no presenten partículas ajenas a su composición original, de lo contrario todos los desechos formarán parte de un programa de residuos contaminados sin un solo uso adicional.

#### **4.6.4. Reutilización de los desechos eléctricos comunes**

A diferencia de los desechos contaminados o los químicos contaminantes, los desechos eléctricos podrán ser procesados, de conformidad con la tabla de costos fijada en la tabla XIII donde se especifican cuáles serán los desechos que pueden formar parte de la economía circular, cuáles serán los desechos que pueden ser procesados como material de reciclaje y los desechos finales que serán procesados como desechos sin intención de re uso.

Dependerá de la técnica de recuperación, limpieza y condiciones específicas de funcionamiento de esos desechos eléctricos de poder formar parte de un nuevo ciclo productivo, por ende una tarjeta eléctrica que ha sido diseñada específicamente para un trabajo puntual no puede ser instalada con equipos periféricos que no han sido configurados originalmente, equipos como monitores, UPS, routers que en general pueden conocerse como equipo de computación podrán ser reutilizados, al igual que luminarias tipo led, estas luminarias de filamento están siendo retiradas del mercado eléctrico en general.

#### **4.7. Costos por modificaciones y cambios en el departamento de Mantenimiento**

Se ha hecho mención que el departamento de Mantenimiento se diseñó específicamente para reparar los vehículos de la empresa, los mecánicos poseen equipos de corte y soldadura para trabajos menores, no se realizan soldaduras de acero inoxidable o de aluminio donde es necesario poseer equipo especial, el material de aporte debería ser diferente a los electrodos comunes de soldadura, las modificaciones como tal deberán poder justificar el volumen total de contenedores a fabricar de no ser necesario se podrá trabajar con el área útil actual.

Tabla XXVI. **Costos por modificaciones**

<b>Modificaciones a taller</b>				
<b>ITEM</b>	<b>Cantidad necesaria</b>	<b>Costo por metro cuadrado</b>	<b>Costo unitario Q</b>	<b>Costo total Q</b>
Remodelación en obra gris	50 mts <sup>2</sup>	Q 12,50		625,00
Soldadora de tungsteno, aluminio y acero	1		45 000,00	45 000,00
Material de aporte para soldadura (rollo)	4		1 200,00	9 600,00
Guantes para soldadura	2		350,00	700,00
Lentes industriales para soldadura	2		38,75	77,50
Banco de trabajo 1	12	Q 6,75		81,00
Instalación de luminarias	6		14,75	88,50
Total				56 172,00

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.1. **Costos por diseño de envases seguros**

Es necesario comprar planchas de aluminio, de acero inoxidable y material tipo caucho o de hule para preparar los envases, el material de aporte será aluminio o por fusión.

Tabla XXVII. **Costos por diseño de envases seguros**

<b>Diseño de envases seguros</b>				
<b>ITEM</b>	<b>Cantidad necesaria</b>	<b>Costo por metro cuadrado</b>	<b>Costo unitario Q</b>	<b>Costo total Q</b>
Plancha de aluminio	10		1 500	15 000,00
Plancha de acero inoxidable	10		1 400	14 000,00
Plancha de hule	10		450,00	450,00
Total				29 450,00

Fuente: elaboración propia.



#### 4.7.2. Costos por modificaciones en las unidades de transporte

Los trabajos en las unidades de transporte no requieren mayor trabajo que hacer las mediciones específicas donde se perforaran los orificios para atornillar los contenedores de seguridad, se considera exclusivamente incluir la mano de obra.

Tabla XXVIII. Costos por modificaciones en las unidades de transporte

Modificaciones en las unidades de transporte				
ITEM	Cantidad necesaria	Costo por metro cuadrado	Costo unitario Q	Costo total Q
Perforación de agujeros	72 horas		8,50	612,00
Ajuste y colocación	48 horas		8,50	408,00
Soldadura de los contenedores	48 horas		8,50	408,00
Total				1 428,00

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.3. Costos generales por el manejo responsable de los desechos

Se establecieron los costos de procesamiento de los materiales, desechos y el manejo responsable de los mismos, los costos generales podría mostrarse como la diferencia entre el costo de mano de obra por el procesamiento utilizando al personal de la empresa y el costo de venta de los desechos como chatarra no procesada, estableciendo esa diferencia para cada producto se podría obtener una tabla general que la empresa puede evaluar si el margen de diferencia entre el procesarlo y el tirarlo sin procesarlo representaría una ventaja económica o solo inversión de tiempo.

Tabla XXIX. Costos generales por el manejo responsable de los desechos

Producto	Costo de procesamiento por hora-hombre invertida	Costo de venta chatarra procesada	Costo de venta sin procesar la chatarra por libra	Costo general de oportunidad
Hierro	Q 8,00	Q 3,75	Q 1,75	2,75
Hierro con adherencia	Q 8,00	Q 4,75		4,75
Máquinas eléctricas	Q 8,00	Q 5,50		Q 5,50
Equipos eléctricos	Q 8,00	Q 6,75		Q 6,75
Aluminio	Q 8,00	Q 4,75		Q 4,75
Bronce	Q 8,00	Q 3,75		Q 3,75
Cobre	Q 8,00	Q 4,75		Q 4,75
Acero inoxidable	Q 8,00	Q 5,75		Q 5,75
Tarjetas electrónicas	Q 8,00	Q 6,75		Q 6,75
Computadoras	Q 8,00	Q 4,75		Q 4,75
Monitores e impresoras	Q 8,00		Q 2,50	2,50
Routers	Q 8,00		Q 1,75	1,75
UPS	Q 8,00		Q 7,50	7,50
Cables para equipo de computación	Q 8,00		Q 3,75	3,75
Fotocopiadoras	Q 8,00		Q 1,75	1,75
Equipos diversos	Q 8,00		Q 1,75	1,75
Baterías de estaciones de telefonía	Q 8,00	Q 3,75	Q 1,75	2,75
Baterías de equipos estacionarios	Q 8,00	Q 4,75	Q 7,50	7,50
Tubos fluorescentes	Q 8,00	Q 5,50	Q 3,75	1,75
Luminaria tipo led	Q 8,00	Q 1,75	Q 0,75	1,00
Luminaria de tubo con gas	Q 8,00	Q 2,75	Q 0,75	2,00
Aceite de maquinaria o equipos en estado limpio	Q 8,00	Q 1,75	Q 0,75	Q 1,00
Aceite contaminado	Q 8,00	Q 1,75	Q 0,75	Q 1,00
Aceite totalmente sucio	Q 8,00	Q 1,75	Q 0,50	Q 1,25

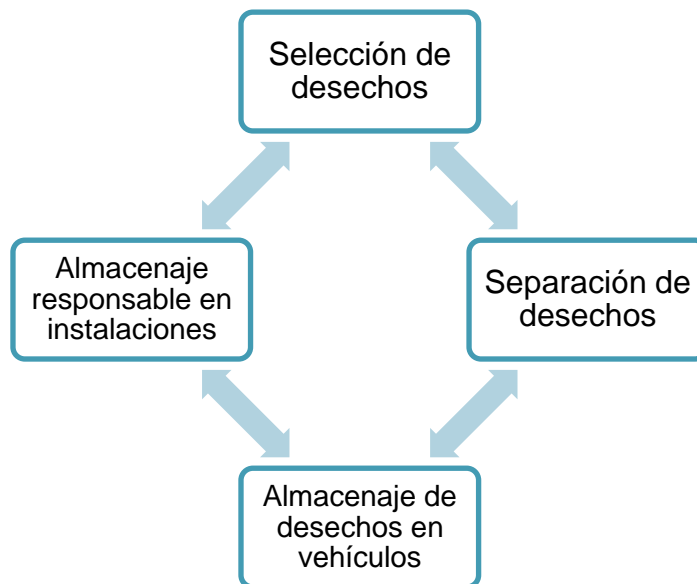
Fuente: elaboración propia.

#### 4.8. Metas programadas con las capacitaciones

Es importante para la empresa mejorar las condiciones de trabajo de todo su personal, involucrando con actividades esenciales hacia el cuidado del medio ambiente, se deberá mejorar la conducta colectiva de los cuadrilleros, ellos son la pieza central del modelo eficiente en la economía circular, sin adoptar las medidas necesarias estará por demás plantear todos los procesos y modelos eficientes de recuperación de los desechos.

En general, el trabajo en equipo deberá mejorar conforme el avance del tiempo y el desarrollo de las capacitaciones, los resultados pueden verse gradualmente en función del material recuperado de los proyectos donde el personal ya trabajará conforme a los mecanismos de separación, selección y almacenamiento en los espacios asignados en los vehículos.

Figura 46. **Metas programadas con la capacitación**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.8.1. Las capacitaciones como una herramienta preventiva**

Para GIRCA es importante reducir los niveles de contaminación por el mal manejo de los desechos y residuos contaminantes, se debe incluir e incorporar el modelo eficiente hacia la economía circular es una respuesta viable a estos eventos registrados en sus archivos de operaciones. A través de esta herramienta se permita reducir materiales de segundo uso, equipos eléctricos que han sido desechados sin obtener otro beneficio final, entre otras actividades generales que se dan a diario.

Las capacitaciones pueden mejorar las habilidades de trabajo de cada trabajo en GIRCA no solamente se puede obtener mejoras por los cuadrilleros, participarán los empleados administrativos y el personal de mantenimiento, el trabajo en equipo es lo idóneo para que la empresa pueda trabajar como un solo organismo vivo eficiente, aprovechando todos sus desperdicios, transformando la chatarra en retorno de dinero, reduciendo la emisión de contaminantes que no han obtenido un trato especial y proyectándose como una empresa ambientalmente responsable.

#### **4.8.2. Programa de capacitación al personal administrativo**

El personal administrativo formará parte de las primeras capacitaciones, para ellos es importante introducirlos al tema de clasificación y separación de desechos de oficina, ya se ha establecido que en las instalaciones internas se colocará un módulo de separación de residuos o desechos, donde se obtendrán los materiales similares para reciclaje, estos podrán ser vidrio, latón, papel, cartón y materiales orgánicos, el programa de capacitación para el personal administrativo se desarrolla en la tabla XV sobre el manejo responsable de los desechos, su clasificación y disposiciones finales.

### 4.8.3. Programa de capacitación a los trabajadores de campo

Los trabajadores de campo siendo el punto crítico en la operación necesitarán mayor participación activa dentro del programa de capacitación, una de las ventajas para el capacitador es evaluar automáticamente el trabajador con los desechos disponibles en el vertedero general de la empresa.

Tabla XXX. Programa de capacitación a los trabajadores de campo

<b>Tema principal</b>	<b>Sub temas</b>	<b>Sesiones</b>	<b>Duración</b>
Metales ferrosos y no ferrosos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contaminación</li><li>• Disposiciones finales</li><li>• Reciclaje</li></ul>	2	45 minutos
Electrónicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contaminación por desechos electrónicos</li><li>• Acciones de control para el manejo responsable</li><li>• Recipientes para el manejo de los desechos electrónicos</li></ul>	2	45 minutos
Baterías	<ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos líquidos contaminantes</li><li>• Ácidos de baterías</li><li>• El impacto por mal manejo de las baterías</li></ul>	2	45 minutos
Luminarias	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gases de tungsteno hacia la capa de ozono y sus consecuencias</li><li>• Mal manejo de los desechos de luminarias y su impacto al medio ambiente</li></ul>	2	45 minutos

Continuación de la tabla XXX.

Aceites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El impacto del aceite en la flora y fauna del lugar</li> <li>• Nivel de contaminación del aceite por su mal manejo</li> <li>• Manejo responsable de los desechos finales</li> </ul>	3	45 minutos
PCB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades de los PCB en equipos eléctricos</li> <li>• Efectos al medio ambiente de los PCB</li> <li>• Embalaje de transformadores y medidas de seguridad</li> </ul>	2	45 minutos
Residuos de taller de mecánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección final de los lubricantes</li> <li>• Recolección final de los repuestos</li> <li>• Recolección final de los fluidos del sistema de frenos</li> <li>• Disposición final de los desechos de laboratorio</li> </ul>	3	45 minutos

Fuente: elaboración propia.



## **5. MEJORA CONTINUA O SEGUIMIENTO**

### **5.1. Beneficios esperados con la economía circular**

Gradualmente pueden alcanzarse metas reales en la reducción del volumen generado mensualmente de desechos contaminantes hacia el medio ambiente, otros aspectos relevantes dentro de la economía circular es alcanzar procesos eficientes con el aprovechamiento de los recursos disponibles, de los materiales extraídos y recolectados de los proyectos por remodelaciones y que pueden reintegrarse a un círculo de re uso, estas acciones se monetizan, ya sea para GIRCA o para el contratista de un futuro proyecto de bajo impacto ambiental.

Los proyectos de bajo impacto ambiental y que serán una propuesta técnica por la empresa se conformarán en un 40 % de sus materiales a utilizar por materiales reciclados, aprovechando el uso y re uso de estos equipos eléctricos y materiales diversos para las conexiones domiciliarias o de media tensión se podrá alcanzar el soñado círculo de la economía circular, ese porcentaje puede representar una ventaja económica para el desarrollador del proyecto y el contratista, promover una cultura verde con cuidado hacia el medio ambiente.

Los materiales y desechos que pueden ser procesados como chatarra ya no serán mezclados con los desechos comunes, ahora podrán ser vendidos a una empresa dedicada a la recolección de la chatarra, otro ingreso adicional que la empresa dejaba escapar, los desechos orgánicos podrán ser utilizados para jardinería de áreas verdes en las instalaciones.



Los beneficios inmediatos o a corto plazo se presentarán con los protocolos diseñados para los cuadrilleros, quienes serán un pilar del modelo eficiente económico, aprovechando los desechos desde la fuente de donde se generan para ser clasificados, recolectados y colocados en los contenedores especiales de los vehículos, continuará así hasta ser descargados en la empresa, donde el personal depositará estos desechos clasificados en sus áreas de procesamiento.

Ya en la empresa se asignará al personal de mantenimiento para realizar las tareas de procesamiento de desechos, separando los artículos que según la clasificación de la tabla XII formarán parte de un nuevo ciclo de vida, a los que se les ha denominado economía circular, otros desechos que aún al separarse y procesarse, pero no obtendrán otro beneficio que la venta como material de chatarra también representarán un beneficio a mediano plazo.

Los equipos eléctricos grandes como transformadores industriales y transformadores de media tensión deberán ser drenados de los PCB, ya se ha presentado el manejo adecuado de los mismos, si el aceite no ha sido contaminado se podrá vender para re uso en otros sectores industriales, si el aceite presenta bajo grado de contaminación deberá ser procesado con bomba de vacío y filtros de limpieza para poder venderse como reciclaje, si el aceite se encuentra contaminado deberá pagarse a un recolector para que lo retire.

En conjunto estos beneficios representan a GIRCA reducción de gastos por compras de materiales para los proyectos, reducción de descargas contaminantes al medio ambiente, aprovechamiento de desechos y equipos eléctricos para re uso, aprovechamiento económico por la venta de materiales reciclados, aprovechamiento de materiales orgánicos para mejorar el medio ambiente y llegar a ser una empresa con bajos niveles de contaminación.

### **5.1.1. Aumento de desechos reutilizados**

Los desechos que formarán parte del programa de economía circular serán los considerados aptos como desechos reutilizados, los otros desechos procesados serán clasificados como material de reciclaje para venta y el otro sub grupo los desechos para chatarra. El manejo del aceite PCB será significativo, para eso es necesario pagar a una empresa que se dedica a esas actividades finales.

Se emplearán pronósticos sobre el flujo de material y desechos a recolectar, no se posee el control de residuos generados se utilizarán los valores de los proyectos ejecutados del segundo trimestre del año 2021. La teoría demuestra que pueden emplearse diferentes tipos de pronósticos, según el sector de análisis, puede emplearse en fabricación de mercancías, ventas de productos o medición de resultados de servicios, pero, estos pronósticos se diseñan para establecer un punto de partida donde se está satisfaciendo la recolección de los desechos a través de un mecanismo de rentabilidad por ventas de materiales procesados.

Para GIRCA los pronósticos representarán una herramienta de medición sobre el panorama futuro, de lo que se posee hasta lo que se puede alcanzar en recuperar por el flujo de retorno en el aprovechamiento de los materiales reciclados, resaltando los equipos para re venta y los desechos incorporados a la economía circular.

Para obtener resultados fiables, se puede emplear el modelo de pronóstico de recolección, pero modelado sobre las auditorías de monitoreo en los proyectos ejecutados, a través de este modelo se puede manejar la data obtenida y los valores futuros. Los beneficios de adoptar ese modelo es poder captar datos en

tiempo real, sobre cualquier tiempo T se pueden diseñar predicciones por los niveles de resultados presentes.

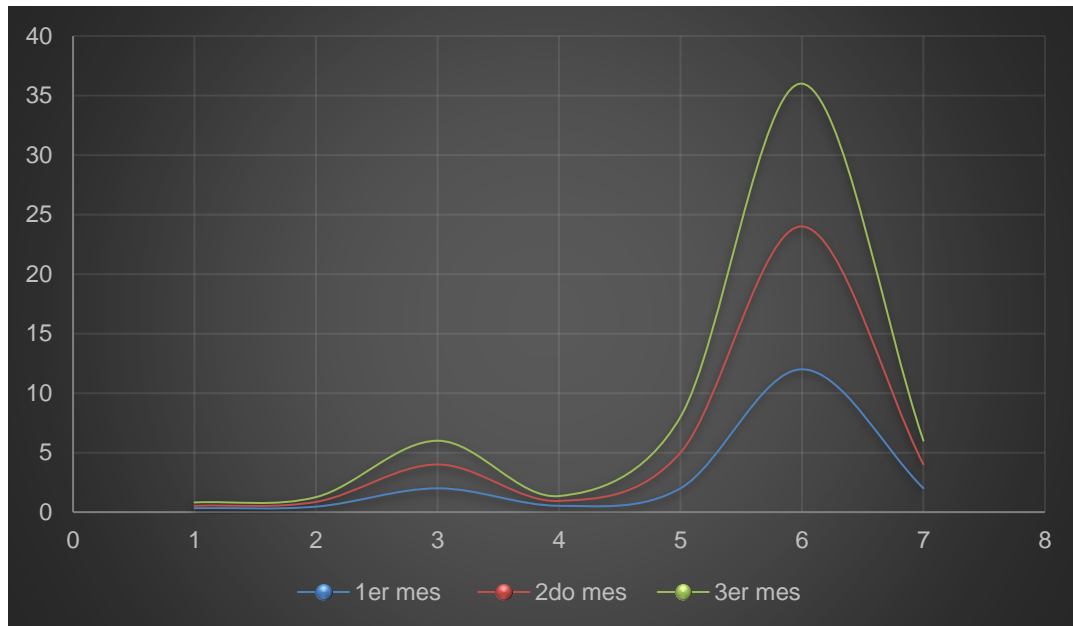
Tabla XXXI. **Pronósticos del incremento de desechos reutilizados en libras**

<b>Servicio</b>	<b>1er mes</b>	<b>2do mes</b>	<b>3er mes</b>	<b>Promedio horizontal</b>	<b>Índice</b>	<b>Pronóstico 4to mes</b>
Hierro	0,33	0,53	0,81	0,65	0,64	1,35
Hierro con adherencia	0,46	0,86	0,86	0,46	0,90	1,39
Máquinas eléctricas	2	4	6	4	2	10
Acero inoxidable	0,53	0,94	1,35	0,75	1,06	2,05
Baterías de equipos estacionarios	2	5	8	5	2	11
Luminaria tipo led	12	24	36	24	12	48
Transformador con PCB	2	4	6	4	2	10
Promedio vertical	2,76					

Fuente: elaboración propia.

A través del uso del pronóstico se evalúa que en GIRCA se obtendrá crecimiento en recolección y aprovechamiento de los desechos que serán reutilizados, el flujo constante de los proyectos y el trabajo eficiente de separación y recolección serán actividades claves, de estos resultados de no actuar ordenadamente el personal los resultados pueden variar considerablemente, otro aspecto importante del protocolo de trabajo y mejoramiento en las actividades es que el personal a cargo de procesar estos materiales en las instalaciones sea responsable y con buenos resultados, un desecho que fue bien recolectado pero mal procesado no sirve de nada.

Figura 47. **Comportamiento del pronóstico para los primeros tres meses de incorporar la economía circular**



Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Reducción de costos en compras

La estimación de los pronósticos asocia valores de compras, en los materiales que representan ser potencialmente reutilizables pero que no se ha garantizado que los contratistas puedan adoptar el sentido de compra es una incógnita persistente, GIRCA se ha comprometido con incorporar la economía circular en su gestión de materiales, se reducen compras de los desechos de la tabla XXVIII pero sin hacer efectivo los proyectos donde puedan incorporarse nuevamente se incrementará el costo de oportunidad y el costo de almacenaje, el refuerzo dentro de este modelo económico puede reflejarse con la intención de compra de los contratistas, de lo contrario solo se castiga el flujo de efectivo.

### **5.1.3. Reducción de contaminación al medio ambiente**

La descarga de contaminantes hacia el medio ambiente es el principal reto por la empresa, con el método actual donde se mezclan los desechos comunes, desechos orgánicos y desechos químicos contaminantes se considera que sus emisiones pueden superar las 5 000 ppm según análisis generales emitidos por el MARN, ese nivel de descarga mensual podrá ir reduciendo gradualmente conforme se implementan las acciones necesarias.

Dentro de ese proceso se evitarán descargas al medio ambiente desde la fuente de recolección con el manejo responsable de los desechos, colocarlos en los lugares y depósitos asignados en los vehículos permitirá que no exista fugas de partículas y desechos al medio ambiente durante el traslado, colocarlos en los depósitos finales en la empresa aún sin ser procesados como desechos reutilizables permitirá porcentualmente mejorar el sistema de reducción de descarga al medio ambiente.

Con el re uso de los materiales, de los desechos y de los equipos eléctricos a nuevos proyectos se complementarían el modelo eficiente de reducción de contaminantes al medio ambiente, no se alcanzará el 100 % es una estimación subjetiva y compleja de alcanzar, en estos procesos de clasificación, separación, recolección y almacenaje siempre pueden presentarse fallas en el sistema o errores humanos, ya sea por el personal de la empresa o por otras personas ajenas a la empresa responsables por el manejo final de los desechos procesados.

El esfuerzo en equipo y los mecanismos de monitoreo reforzará las acciones destinadas para reducir la emisión de contaminantes al medio ambiente, es necesario evaluar las metas y alcances trimestralmente.

#### **5.1.4. Incremento de proyectos sostenibles**

El departamento de Mercadeo es el responsable de hacer ver la nueva imagen de la empresa, mostrar que el compromiso empresarial de GIRCA va más allá de querer vender equipos y materiales eléctricos o solamente desarrollar los proyectos de baja y media tensión, establecer una reorientación en sus estrategias de comercialización permitirá demostrar que la empresa ha crecido hacia un nuevo concepto y que ese nuevo concepto es trabajar proyectos sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Los proyectos sostenibles para los contratistas deberán ser presentados como un modelo eficiente de construcción del cual pueden percibir ventajas económicas adquiriendo materiales y equipos eléctricos de segunda mano, que a su vez pueden representar un retorno económico a cierto determinado tiempo de vida del proyecto, donde estos materiales y equipos pueden ser retirados y vendidos como desechos de reciclaje.

Durante el desarrollo de las propuestas y ventajas económicas el departamento de Mercadeo podrá utilizar una fracción de los productos de re uso para otorgarlos hacia los nuevos proyectos contratados, demostrando que son funcionales para el uso esperado, si los contratistas no presentan interés por estos tipos de proyectos se les puede hacer partícipes de una micro capacitación donde se expondrá las ventajas del uso de materiales reciclados.




Al no concretarse una venta de materiales y equipos eléctricos de segunda mano se evaluarán las deficiencias durante la negociación para reforzar dichas áreas, para GIRCA es un comienzo en la comercialización de estas ideas productivas, pero el sector eléctrico demanda fuertemente que en sus proyectos todos los equipos e instalaciones sean nuevos.

## 5.2. Análisis mensual de reportes

La implementación de controles sobre el volumen de material saliente para nuevos proyectos versus el volumen de materiales de retorno aprovechados le otorgará al personal responsable de este monitoreo establecer valores reales de lo que puede representar una ventaja económica, dicho de otra forma, la elaboración de reportes mensuales sobre los materiales nuevos que fueron asignados a proyectos de baja tensión y media tensión representarán un retorno real de materiales similares que serán retirados en dichos proyectos, y estos materiales o desechos de retorno formarán parte del proceso de economía circular, empleando las tablas de valores estimados por procesar los desechos se obtendría la rentabilidad alcanzada por estas acciones.

Los reportes mensuales estarán asignados al departamento de Proyectos, que bajo su responsabilidad se encuentra bodega, los reportes se pueden presentar en una hoja de cálculo demostrando el volumen de desechos aprovechables que ingresaron en un periodo de tiempo, de esos se puede establecer los que fueron re utilizados, procesados para reciclaje y el volumen final para chatarra.

Figura 48. **Variables de interés en los reportes mensuales**

	Material de re uso		Desechos para reciclaje		Desechos para Chatarra
Unidades		Peso		Peso	
Volumen		Volumen		Volumen	
Cantidad final aprovechada		Litros de PCB			

Fuente: elaboración propia.

### 5.2.1. Reporte de recolección de residuos

Es necesario que sea asignada una hoja de control para cada vehículo, esto es un panorama aún desconocido se puede asignar una hoja de reporte de recolección por cada proyecto, se presenta un diseño beta para ser incorporado.

Tabla XXXII. Reporte de recolección de residuo

Responsable:		Código proyecto:
Observaciones:		Fecha:
Material	Unidades	Peso aproximado
Hierro		
Hierro con adherencia		
Máquinas eléctricas		
Equipos eléctricos		
Aluminio		
Bronce		
Cobre		
Acero inoxidable		
Radiadores		
Tarjetas electrónicas		
Computadoras		
Monitores e impresoras		
Routers		
UPS		
Cables para equipo de computación		
Fotocopiadoras		
Equipos diversos		
Baterías de estaciones de telefonía		
Baterías de equipos estacionarios		
Tubos fluorescentes		
Luminaria tipo led		
Luminaria de tubo con gas		
Aceite de maquinaria o equipos en estado limpio		
Aceite contaminado		
Aceite totalmente sucio		
Transformadores con PCB		
Equipos contaminados con PCB		
Cable de media tensión		

Fuente: elaboración propia.



### **5.2.2. Informe estadístico conforme al aprovechamiento de residuos eléctricos**

Se puede utilizar un estudio ecológico de series temporales, siendo este un diseño epidemiológico con mayor demanda actualmente, las series temporales permiten evaluar aritméticamente los problemas que pudieron ser representativos en determinado período de tiempo. En ellos se analizan las variaciones en el tiempo de la exposición al contaminante y el indicador de salud estudiado en una población. Los estudios ecológicos miden exposiciones ambientales y efectos en poblaciones humanas representativas.

Se considera todo el rango de exposiciones, igual que las múltiples combinaciones de factores ambientales y socioculturales que determinan la ocurrencia de los efectos sobre la salud. Una de las grandes ventajas de los estudios de series temporales es que al analizar a la misma población en diferentes periodos de tiempo (día a día, generalmente), muchas de aquellas variables que pueden actuar como factores de confusión a nivel individual (hábitos, edad, género, ocupación) no necesitan ser controladas, estas se mantienen estables en la misma población. En todo caso, no es previsible que las variaciones que éstas puedan sufrir día a día se relacionen con los niveles de contaminación atmosférica.

### **5.3. Verificación del seguimiento de la propuesta**

Para la verificación de las metas de la propuesta pueden emplearse indicadores de cumplimiento, los que permitirán establecer las acciones que han mejorado en el proceso de recolección de desechos, asimismo de evaluar el aprovechamiento de los contenedores construidos o comprados por la empresa, si el nivel de recaudación fue alcanzado conforme los pronósticos.

Tabla XXXIII. **Indicador 1**

<b>Área de Análisis: uso de técnicas de separación y clasificación</b>			
<b>Variable: manejo de desechos</b>			
<b>INDICADOR 1</b>	<b>PONDERACIÓN</b>		
	<b>Nivel alto</b>	<b>Nivel Medio</b>	<b>Nivel Bajo</b>
Registro de fichas de recolección de residuos	<b>Sí, existe un registro completo</b>	<b>Existe un registro de citas digital actualizado</b>	<b>No existe ningún registro</b>
<b>Forma de evaluación:</b> se evalúa la proporcionalidad de los proyectos ejecutados desde que sea incorporada la propuesta donde se comparará la cantidad de fichas empleadas, versus los proyectos ejecutados versus la recolección de desechos.			
<b>Valor máximo: 4 puntos.</b>			
<b>Asignación y puntaje:</b> Nivel alto 4 puntos, nivel medio 2 puntos y nivel bajo 0 puntos.			

Fuente: elaboración propia.

El primer indicador es una herramienta para el control de seguimiento, por medio del mismo se pueden monitorear los procesos de clasificación, separación y recolección de los desechos, se obtiene un panorama general del trabajo en conjunto por el personal administrativo responsable de asignar las fichas de control a los trabajadores que visitan los proyectos y el retorno o los resultados concretos serán las cantidades en volumen o por peso de los desechos que fueron ingresados al programa de economía circular. Es necesario que todos estos registros sean respaldados por una copia digital para futuras estimaciones y nuevos pronósticos con datos reales.

Tabla XXXIV. **Indicador 2**

<b>Área de Análisis:</b> control y registro de desechos recolectados			
<b>Variable:</b> desechos para re uso, reciclaje y chatarra			
<b>INDICADOR 2</b>	<b>PONDERACIÓN</b>		
	<b>Nivel alto</b>	<b>Nivel Medio</b>	<b>Nivel Bajo</b>
Control de desechos que pueden ser procesados	<b>Del 100 % al 80 %</b>	<b>Del 79.99 % al 60 %</b>	<b>del 59.99 % al 0 %</b>
Forma de evaluación: el volumen de desechos por proyecto dividirlo en el número total de proyectos realizados por cada día, luego multiplicar por 100			
<b>Valor máximo: 4 puntos.</b>			
<b>Asignación y puntaje:</b> multiplicar el porcentaje obtenido por el factor 0,04 para definir el puntaje.			

Fuente: elaboración propia.

El indicador 2 se empleará para monitorear la cantidad de material que puede ser procesado por proyecto diario, este valor es un punto crítico de análisis para los desarrolladores finales de la propuesta, ya que por medio de este se pueden orientar acerca de los resultados esperados al final de mes, la importancia del control de estos datos radica en proyectar el retorno económico al incorporar los desechos destinados a la economía circular a nuevos proyectos, considerando que en un futuro perfecto los contratistas adquirirán los productos ofertados por GIRCA que fueron re procesados para cumplir con ciertas ventas económicas y del medio ambiente, la empresa podría establecer diferentes valores en peso de desechos procesados como nivel de ponderación.

Tabla XXXV. **Indicador 3**

<b>Área de Análisis:</b> control de riesgo por mal manejo de los desechos			
<b>Variable:</b> mala práctica en el trabajo			
<b>INDICADOR 3</b>	<b>PONDERACIÓN</b>		
	<b>Nivel alto</b>	<b>Nivel Medio</b>	<b>Nivel Bajo</b>
Monitoreo de protocolos y acciones destinadas al manejo responsable de los desechos	<b>Sí existe un buen procedimiento</b>	<b>Existe un procedimiento incompleto o desactualizado</b>	<b>No existe ningún procedimiento</b>
<b>Forma de evaluación:</b> será necesario implementar auditorías internas y métodos de evaluación hacia el personal que ejecuta los proyectos para determinar si cumplen con los procedimientos establecidos en la clasificación, separación y recolección de los desechos.			
<b>Valor máximo: 5 puntos.</b>			
<b>Asignación y puntaje:</b> Nivel alto 5 puntos, nivel medio 3 puntos y nivel bajo 0 puntos.			

Fuente: elaboración propia.

Este indicador servirá de apoyo a los rangos medios de trabajo y rangos superiores, por medio del cual se puede evaluar la eficiencia de trabajo realizado por los cuadrilleros y supervisores quienes deberán recolectar todos los desechos en los proyectos, oportunamente puede evaluarse por separado a cada trabajador o por proyecto realizado al conjunto total de trabajadores, los resultados pueden proyectarse con estimación de niveles alcanzados de tal forma que se pueda apreciar que si los proyectos ya trabajados fueron afrontados con las nuevas propuestas y mecanismos necesarios para evitar el mal manejo de los desechos.

Tabla XXXVI. **Indicador 4**

<b>Área de Análisis:</b> control eficiente de la economía circular			
<b>Variable:</b> desechos procesados y re utilizados			
<b>INDICADOR 4</b>	<b>PONDERACIÓN</b>		
	<b>Nivel alto</b>	<b>Nivel Medio</b>	<b>Nivel Bajo</b>
Volumen de desechos aprovechados y re incorporados a nuevos proyectos como parte de la economía circular	<b>100% al 60%</b>	<b>Del 59,99% al 30%</b>	<b>del 29,99% al 0%</b>
Forma de evaluación: sumar el número de desechos re utilizables, dividirlo en el número total de nuevos proyectos donde lograron incorporarse, multiplicarlo por 100			
<b>Valor máximo: 5 puntos.</b>			
<b>Asignación y puntaje:</b> multiplicar el porcentaje obtenido por el factor 0.05 para definir el puntaje.			

Fuente: elaboración propia.

Por último, pero igual de importante, el indicador número 4 servirá para medir los alcances generales de la mejora continua, la idea central de la mejora consiste en aprovechar los recursos y desechos que pueden ser reutilizados, incorporar los desechos o equipos eléctricos que aún se encuentran en funcionamiento a un nuevo ciclo de trabajo permitirá a GIRCA considerarse como una empresa responsablemente ambiental y con bajas emisiones hacia el medio ambiente.

### 5.3.1. Estimación de los desechos aprovechados

Esta capacidad dependerá del volumen de recolección, las habilidades empleadas por los trabajadores en el proyecto para clasificar y colocar en los depósitos idóneos para ser trasladados, despachados y colocados en la empresa, de donde la continuidad eficiente determinará qué tipo de desechos y equipos eléctricos han sido considerados como aprovechables, cuáles serán considerados como desechos de reciclaje y cuáles pueden ser considerados como chatarra. La estimación se calcularía con una ecuación básica, de donde se obtiene una cantidad X que ingresa al sistema y cuál fue la cantidad Y aprovechada al concluir el proceso de transformación.

Ecuación I

$$Y = \frac{X - W - Z}{X}$$

Donde:

Y= cantidad de desechos aprovechados

X= cantidad de desechos recolectados e ingresados al sistema

W= cantidad de desechos para reciclaje

Z= cantidad de desechos para chatarra

La ecuación permitirá otorgar un estimado en libras de material y desechos aprovechados, se consideró que los desechos destinados al reciclaje para segundo procesamiento y los desechos para chatarra representan el valor objetivo del resultado, dentro de los objetivos se presenta la necesidad de impulsar a la empresa hacia la economía circular, el resultado esperado son aquellos valores que representen el aprovechamiento de las acciones globales monetizadas como un retorno.

### **5.3.2. Estimación de los materiales contaminantes recolectados**

A diferencia de los desechos aprovechados es necesario evaluar otra parte del sistema de mejora continua, es importante considerar si los niveles alcanzados en la recolección permite generar menores porcentajes de emisión de contaminantes al medio ambiente, para este nivel de operaciones se considera que en un formato controlado de actividades ya se poseen los contenedores para colocar los desechos obtenidos en los proyectos, que el personal ya realiza sus actividades ordenadamente y que en la empresa ya se ha impulsado por mercadeo el uso responsable de materiales y equipos de segunda mano.

Con este panorama general se puede evaluar el volumen de aquellos desechos que representan un valor de la muestra como contaminante y que lograron ser recolectados eficientemente con los protocolos establecidos.

Ecuación II

$$A = \frac{B - C - D}{B}$$

Donde:

A= cantidad de materiales contaminantes recolectados

B= cantidad total de materiales por proyecto recolectado

C= cantidad de materiales destinadas para economía circular

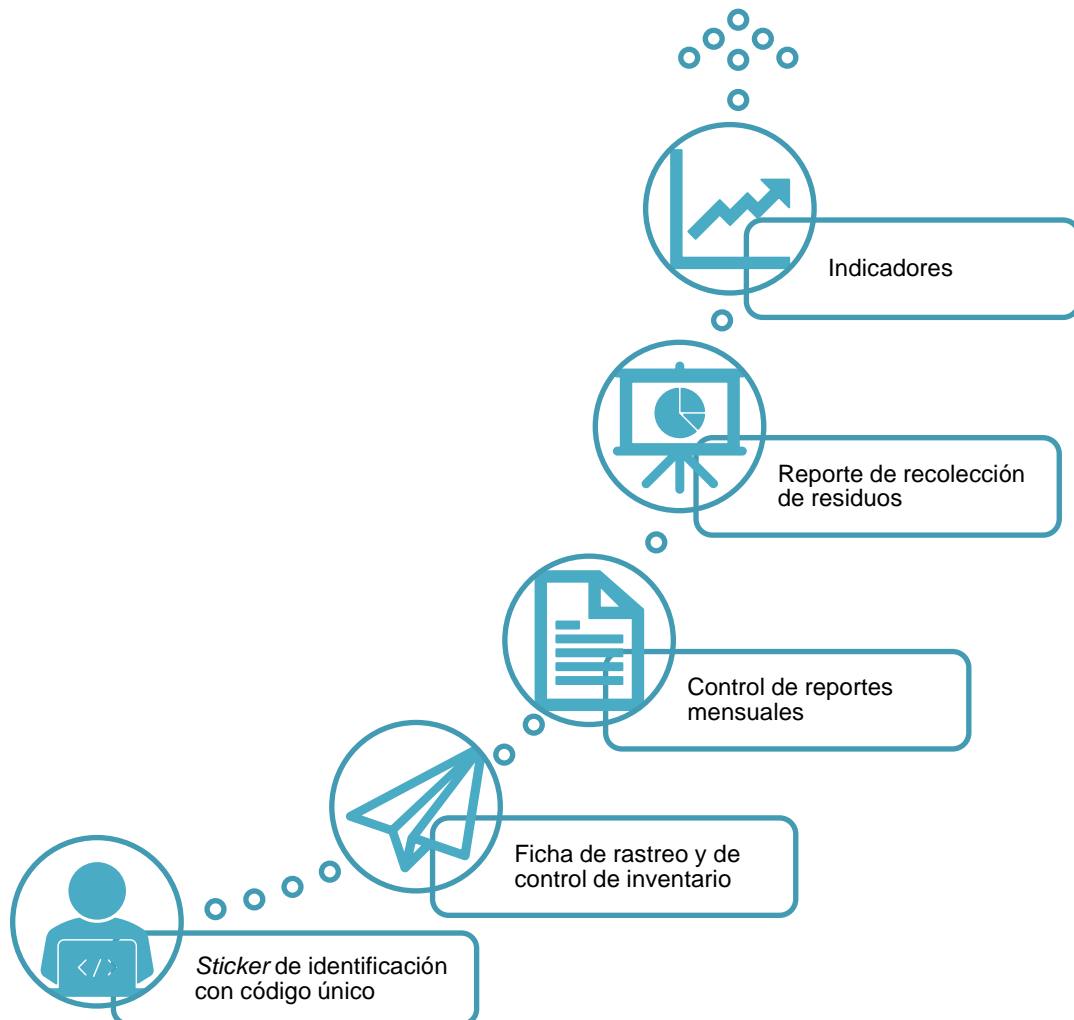
D= cantidad de materiales destinados para reciclaje

Con la ecuación II se estimará del total de desechos que ingresaron al sistema, que volumen representa la cantidad de materiales contaminantes.

#### 5.4. Sistema de documentación

Se propusieron emplear técnicas de clasificación, seguimiento para los proyectos y control de los desechos recuperados, el sistema de documentación estará formado por las siguientes herramientas.

Figura 49. Sistema de documentación



Fuente: elaboración propia.



#### **5.4.1. Historial por cada vehículo**

A cada vehículo se le asignará un código de carpeta único será el número de placa, dentro de la carpeta se agruparan las fichas de rastreo y el control de *stickers* de los contenedores que fueron trasladados por cada vehículo, esta carpeta será parte del archivo general de la empresa, los datos recolectados y contenidos en las fichas de control deberán ser digitalizados para crear un archivo informático al cual se pueda recurrir cuando se soliciten inspecciones, métricas de desarrollo y todo lo relacionado con a la emisión de informes mensuales.

#### **5.4.2. Registro de materiales por proyecto de baja tensión y media tensión**

Los protocolos bien ejecutados permitirán que los trabajadores por cada proyecto clasifiquen los materiales que serán utilizados nuevamente y de todos aquellos desechos que serán enviados como chatarra, cada proyecto se dividirá por nivel de riesgo donde se puede trabajar con baja tensión o con media tensión, los materiales recolectados serán consignados en las fichas de rastreo y de control de inventario final, anotando a qué tipo de proyecto pertenecen y para qué tipo de proyecto pueden ser re utilizados.

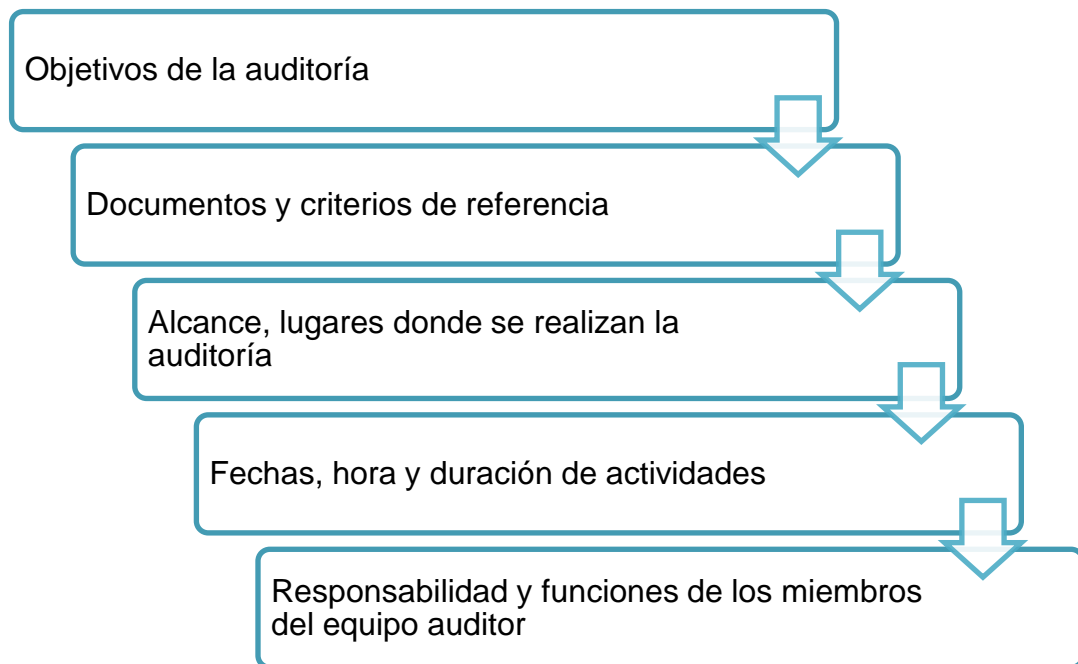
El registro formará parte del inventario general, por eso la necesidad de digitalizar todos los datos obtenidos por la recuperación de materiales, en la actualización del inventario y el cruce de información se puede hacer un arqueo general del *stock* disponible del status con que aparece en bodega y el uso final esperado, el status puede ser nuevo o usado, cuando aparezca usado es dado por hecho que el material o equipo eléctrico fue recuperado de un proyecto anterior.

## 5.5. Auditorías

La auditoría es el tipo de acción destinada a recopilar datos, está integrada en un proceso estructurado. Cuando sea necesario, se podrán realizar estudios para verificar los datos, en particular cuando los datos son derivados de fichas de control y control de inventarios actualizados.

Las auditorías aseguran la precisión de los datos y la eficacia del sistema de gestión las actividades destinadas para la clasificación, recolección y reutilización de los desechos. Se realizan autoevaluaciones y los resultados se utilizan para determinar la madurez del trabajo en equipo en la empresa y mejorar su desempeño global.

Figura 50. **Elementos de la auditoría**



Fuente: elaboración propia.

### 5.5.1. Internas

Se establece como un proceso sistemático, independiente y documentado donde se evidencia y evalúa de forma objetiva con el fin de establecer la extensión o duración en que se cumplen los requisitos del manejo responsable de los desechos en la empresa. Es oportuno asignar a una persona ajena al área de Monitoreo, la misma deberá conocer claramente cuáles son los procesos y tareas que se realizan para evaluar las consideraciones necesarias, el auditor interno deberá preparar su guía de evaluación y *check list* de verificación.

Tabla XXXVII. **Guía de verificación de auditorías internas**

Responsable	Controles	Riesgo	Actividad
Jefe de cuadrilla	Hacer valer y ejecutar los procesos diseñados para la recolección de desechos contaminantes	Contaminación del medio ambiente, contaminación cruzada.	Gestión de actividades por cada proyecto que se está realizando, evaluar que las disposiciones finales de los desechos sean completadas y que se utilicen los recipientes conforme al tipo de desecho recolectado.
	Emplear los guías de monitoreo y <i>check list</i> conforme los proceso de embalaje y preparación de los transformadores	Continuidad de procesos antiguos con alta probabilidad de ocasionar derrames y contaminación con fluidos.	
	Crear un registro personal sobre aquellas actividades que no demostraron debilidades	Fuga de información originada por acceso no autorizado a los equipos de cómputos.	

Continuación de la tabla XXXVII.

<b>Inspector personal responsable del monitoreo en las instalaciones</b>	Verificar que los depósitos y estaciones diseñadas para el almacenaje de transformadores que fueron retirados en proyectos se encuentren debidamente utilizados.	Al no colocar los transformadores en las áreas de almacenamiento pueden provocar derrames en suelo y subsuelo por alguna fuga de PCB.	Es necesario que una persona emplee parte de su tiempo para verificar antes de concluir la jornada de trabajo que los puntos citados sean monitoreados y dados como bueno, de lo contrario puede ocasionar contaminación ambiental de un día a otro. Es necesario que se repita dicha actividad en la mañana al iniciar labores y al medio día cuando ya se ha regresado con algunas cuadrillas de vehículos.
	Verificar que los vehículos que ingresan a las instalaciones desechan los materiales recolectados de los proyectos en los contenedores asignados.	Al no cumplir con estas tareas los desechos pueden volver a mezclarse con los desechos comunes.	
	Verificar que dentro de las oficinas administrativas se distribuyen los desechos conforme a su clasificación.	Si el personal no cumple con dicha norma se pueden mezclar los residuos por mala clasificación y mala separación.	
	Verificar que los toneles o depósitos que contienen fluidos con PCB se encuentren sellados y en un lugar adecuado.	Si los toneles, depósitos o cualquier otro recipiente no están sellado se puede ocasionar derrame y fuga de PCB.	

Fuente: elaboración propia.

### **5.5.2. Externas**

La auditoría externa consistirá en la contratación de una empresa que se dedique a realizar dichas actividades de monitoreo, análisis de resultados y ejecución de informes conforme las debilidades encontradas, de tal forma que se traslade dicha información hacia el gerente general y comparar sus informes internos.

Con el cruce de información se evidenciará si se cumplen con las normas establecidas para el manejo de desechos, si el personal asignado al trabajo de clasificación y recolección cumple con los protocolos de internos y si los jefes de cuadrillar se apegan a las normativas generales la empresa conforme a la economía circular, de no ser así, se deberán realizar acciones correctivas que permita asegurar nuevamente las condiciones generales de trabajo, evitar que exista fuente de contaminación o focos de contaminación entre el personal que labora en la empresa y las disposiciones finales de los desechos que representan el mismo peligro original hacia el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

1. Los desechos en GIRCA no se apegan hacia algún protocolo o mecanismo de recolección eficiente, cuando se concluye un trabajo de baja o media tensión los desechos se mezclan en los vehículos al llegar a la empresa son depositados en el contenedor general.
2. Los cuadrilleros realizan los cortes de bridas y puntos de anclajes en las conexiones eléctricas, algunos puntos de anclaje o puntos que sirven de unión entre líneas eléctricas aun pudiendo ser re aprovechados nuevamente son desechados y mezclados con la basura común.
3. Los inventarios de la empresa se encuentran actualizados, no es un problema de consideración porque han colocado los valores de compra y los precios de venta al público general, las rutas de trabajo se programan y se entrega una guía de materiales por cada vehículo para cada proyecto.
4. El INDE establece que todo aquel equipo eléctrico que contienen PCB, deberán ser embalados en material resistente para contener fugas, que el personal deberá portar su equipo de protección personal y si es posible colocar esos equipos en pallets con material absorbente en su base.
5. La empresa no utiliza o emplea recipientes autorizados por el MARN o por la CNEE para la recolección y traslado de los residuos contaminantes, provocando fugas hacia el medio ambiente.

6. Los dispositivos empleados para la recolección de desechos en los proyectos no forman parte de un programa de mantenimiento preventivo, por el continuo asedio en ejecución de proyectos no pueden ser ingresados a taller por más de un día, debido a que el taller posee alta carga trabajo, no se ha diseñado la programación eficiente de los mantenimientos preventivos para maquinaria, herramientas y vehículos, implementado mantenimientos correctivos hasta que se presenta una falla.
  
7. No se incluyen datos de recolección de los desechos, debido a que no se ha incorporado un archivo general o digital en la empresa para evaluar el nivel de recuperación de los desechos generados en los proyectos, los desechos son vertidos y mezclados con la basura común para que el recolector municipal los recoja dos veces por semana.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar la matriz de clasificación según el tipo de desecho y destino final de los materiales y equipos eléctricos recuperados en los proyectos, se presenta en la tabla XII donde se clasificarán por desechos para re utilizar, desechos para reciclar y desechos para chatarra.
2. Incorporar el programa de capacitación a los trabajadores de campo conforme a la tabla XXVII para que en futuros proyectos implementen técnicas amigables hacia la recuperación de los desechos de conexiones eléctricas y el aprovechamiento de otros equipos eléctricos.
3. Utilizar la ficha de rastreo y de control de inventario final diseñada para organizar la ruta de trabajo diaria, en la misma se clasificarán los accesorios y conexiones empleados por cada proyecto, se presenta en la tabla XXII.
4. Incluir a las rutinas diarias de los cuadrilleros las acciones preventivas establecidas en la figura 38, donde se estipula que es obligatorio portar su equipo de protección personal, guantes, caretas, lentes y todo aquel equipo necesario que evite la contaminación de químicos y agentes contaminantes de PCB.
5. Modificar los vehículos empleados en los proyectos conforme la distribución propuesta en la figura 25, para los toneles incorporar la tabla de nomenclaturas de toneles autorizados en traslados de desechos químicos y materiales eléctricos según la tabla XVII.



6. Anexar a las acciones de mantenimiento los planes de limpieza para diversos escenarios, con lo que se espera reducir las fallas encontradas en los dispositivos de recolección, que en su mayoría fueron por acumulación de sedimentos, desechos y otros objetos extraños en sus mecanismos.
  
7. Sumar el indicador número 4 según la tabla XXXIII donde se propone el diseño e implementación del archivo electrónico digital que permitirá medir el volumen de recolección de los desechos por proyecto asignado a cada vehículo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARGUELLO ROSADO, Judith Margarita. *Contaminantes eléctricos por media y alta tensión*. Guayaquil: s.e., 2015. 220 p.
2. Asociación de Anunciantes de Guatemala. *Código de ética publicitaria*. Guatemala: AAG, 2018. 190 p.
3. BELCH, George. *Perspectiva de la comunicación de marketing integral*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 2004. 849 p.
4. CHASE, Jacobs. *Administración de operaciones, producción y cadenas de suministros*. México: McGraw-Hill, 2009. 345 p.
5. CHIABENATO, Luis. *Gestión del talento humano*. México: s.e., 2012. 240 p.
6. CLOW, Baack. *Técnicas y herramientas para el reciclaje efectivo*. México: Person, 2014. 280 p.
7. FERNANDEZ, Ricardo. *Manual para elaborar un plan de reciclaje: un enfoque latinoamericano*. 3a ed. México: Thomson, 2015. 214 p.
8. HELLRIEGEL, Jackson. *Administración un enfoque basado en competencia*. México: Cengage Learning, 2009. 175 p.

9. KOTLER, Philip. *Dirección de Marketing: la edición del milenio*. 10a ed. México: Pearson, 2016. 418 p.
10. QUERO GERVILLA, María José. *Manual comunicación cultural en perspectiva del manejo responsable de desechos contaminantes*. Colombia: s.e., 2011. 165 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Ficha de control de ingreso a taller

<b>DEP. MANTENIMIENTO</b>																																																					
EQUIPO:			PROP.		MOTIVO DE REVISION O REPARACION:																																																
SERIE:					RESPONSABLE:																																																
MODELO					AUTORIZO:																																																
NO. PLACA																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">UBICACIÓN</th> <th colspan="2">INICIO</th> <th colspan="2">FIN</th> <th colspan="2">DIESEL</th> <th colspan="2">ODOMETRO</th> <th colspan="2">HOROMETRO</th> </tr> <tr> <th>FECHA</th> <th>HORA</th> <th>FECHA</th> <th>HORA</th> <th>INICIO</th> <th>FIN</th> <th>INICIO</th> <th>FIN</th> <th>INICIO</th> <th>FIN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PREDIO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROYECTO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											UBICACIÓN	INICIO		FIN		DIESEL		ODOMETRO		HOROMETRO		FECHA	HORA	FECHA	HORA	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN	PREDIO											PROYECTO										
UBICACIÓN	INICIO		FIN		DIESEL		ODOMETRO		HOROMETRO																																												
	FECHA	HORA	FECHA	HORA	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN																																											
PREDIO																																																					
PROYECTO																																																					
<b>ORDEN DE TRABAJO:</b>																																																					
INSPECCIONAR O REVISAR: _____																																																					
DIAGNOSTICO: _____																																																					
TAREAS A EJECUTAR: _____																																																					
MATERIAL A UTILIZAR: _____																																																					
TRABAJOS MECANICOS EXTERNOS A REALIZAR: _____																																																					
NOTA: ME COMPROMETO A REALIZAR EL TRABAJO MECANICO, DE LA FORMA MAS RESPONSABLE Y PROFESIONAL POSIBLE, YA QUE EL RESULTADO DE UN MAL TRABAJO PODRIA INCURRIR EN ALGUN ACCIDENTE INDUSTRIAL. LAS OBSERVACIONES SERAN ANOTADAS EN LA PARTE POSTERIOR DE LA PRESENTE PAGINA.																																																					
NOMBRE, DPI, PERSONA RESPONSABLE QUE SUPERVISO LA ORDEN DE TRABAJO REALIZADA.																																																					
FIRMA:																																																					

Fuente: elaboración propia.

