



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

**ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL AHORRO Y
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES
DE LA IGLESIA BETHANIA, QUETZALTENANGO**

Oscar Augusto Vásquez López

Asesorado por el Ing. Otto Estuardo Solares Castellanos

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL AHORRO Y
USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES
DE LA IGLESIA BETHANIA, QUETZALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSCAR AGUSTO VÁSQUEZ LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. OTTO ESTUARDO SOLARES CASTELLANOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

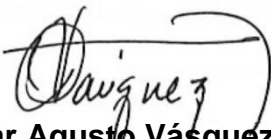
DECANO	Ing. Roberto Mayorga Rouge
EXAMINADOR	Ing. Julio Alberto Cartagena del Valle
EXAMINADOR	Ing. Julio César Rivera Peláez
EXAMINADOR	Ing. Roberto Conde Goicolea
SECRETARIO	Ing. René Adriano Guzmán

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:

ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE LA IGLESIA BETHANIA, QUETZALTENANGO

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


Oscar Augusto Vásquez López

Guatemala, 24 de octubre de 2014

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

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas:

En cumplimiento a la resolución emitida por la Dirección de su Escuela procedí a asesorar el trabajo del estudiante: OSCAR AGUSTO VÁSQUEZ LÓPEZ, con carnet 79-12782, con identificación 2219 31902 2008; el Trabajo de Graduación titulado "ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE LA IGLESIA BETHANIA, QUETZALTENANGO".

Considero que el trabajo cumple con los requisitos que establece la legislación universitaria, por lo que doy mi aprobación y solicito dar el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo atentamente


OTTO ESTUARDO SOÑARES CASTELLANOS
Ingeniero Mecánico Industrial
No. Colegiado 3270

INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL

Colegiado 3270

Asesor



REF.REV.EMI.023.015

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE LA IGLESIA BETHANIA, QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Augusto Vásquez López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Roberto Valle González
Ingeniero Industrial
Colegiado 2605

Ing. Roberto Valle González
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2015.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE LA IGLESIA BETHANIA, QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Augusto Vásquez López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. César Ernesto Urrutzu Roldán
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2015.

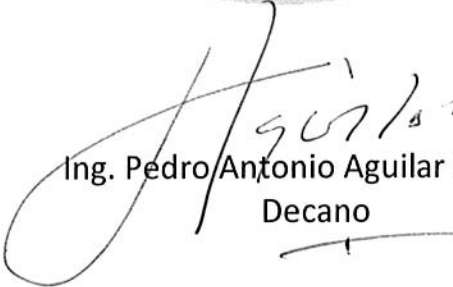
/mgp




DTG. 347.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN INSTALACIONES DE LA IGLESIA BETHANIA, QUETZALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Oscar Augusto Vásquez López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, 20 de julio de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por seguirme dando cada mañana la paz, luz, amor y vida, así como sabiduría en cada reto de mi camino.
- Amada esposa** Claudia Vargas, porque sé que sin su apoyo y amor no podría afrontar los retos que me ha presentado esta vida. Te amo.
- Mis padres** Oscar Vásquez Payes (q. e. p. d.) y Carmen López de Vásquez, por alumbrar mis primeros pasos en la carrera de la vida.
- Mis hermanas** Magaly de Toledo, Carmen de Coronado y Maritza de Ruiz, por su cariño.
- Mis hijos** Oscar Roberto, José Pablo y Celesthe Vásquez, por estar a mi lado.
- Mi amigo** Aníbal Robles, por cada palabra de consejo y oración para no desmayar.

AGRADECIMIENTOS A:

**Ing. Mynor Corado,
Ing. Otto Solares,
Lic. Eduardo Montes e
Ing. Roberto Valle**

Por ser parte importante en el desarrollo de este trabajo de graduación.

**Iglesia Cristiana
Familiar Bethania**

Por abrirme las puertas y permitirme aportar a nuestra sociedad ideas de cambio por medio de sus instalaciones y personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.....	1
1.1. Introduciendo un modelo de gestión más limpia.....	1
1.1.1. Principales definiciones y conceptos.....	1
1.1.2. Objetivos	1
1.1.3. Principios	2
1.1.4. Bases de la práctica.....	3
1.2. Legislación ambiental	4
1.2.1. Políticas guatemaltecas ambientales	5
1.2.2. Principales requerimientos ambientales.....	6
1.3. Opciones de producción más limpia	7
1.3.1. Buenas prácticas operativas	8
1.3.1.1. Capacitación.....	9
1.3.2. Sustitución de materiales	12
1.3.3. Cambios tecnológicos	12
1.3.4. Reciclaje interno.....	13
1.3.5. Rediseño de producto	13
1.3.6. Reciclaje externo.....	14
1.4. Ventajas.....	14

1.4.1.	Ahorros	15
1.4.1.1.	Energía	15
1.4.1.2.	Costos.....	16
1.4.1.3.	Procesos.....	16
1.4.2.	Aumento productividad	17
1.4.3.	Reducción de riesgos	17
1.5.	Modelo de producción más limpia	18
1.5.1.	Planeación y organización.....	18
1.5.2.	Prevaloración.....	20
1.5.2.1.	Flujograma de los procesos.....	22
1.5.2.2.	Operaciones unitarias	23
1.5.2.3.	Identificación de OU críticas	25
1.5.3.	Valoración.....	26
1.5.3.1.	Identificación de ineficiencias en el uso de materia y energía	27
1.5.3.2.	Determinación de prioridades	28
1.5.4.	Balances.....	29
1.5.4.1.	Balance de energía	31
1.5.5.	Cálculo de costos	34
1.5.6.	Características de los procesos.....	35
1.5.7.	Opciones de producción más limpia	36
1.5.8.	Estudio de factibilidad.....	37
1.5.9.	Implementación	39
1.6.	Métodos para evaluar la eficiencia productiva.....	40
2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	43
2.1.	Análisis de la situación actual.....	43
2.1.1.	Definiendo una organización social no lucrativa	43
2.1.2.	Antecedentes.....	43

2.1.3.	Estructuras administrativas	45
2.1.4.	Áreas organizacionales	46
2.1.5.	Principales beneficiarios	50
2.2.	Evaluación de la infraestructura, maquinaria y equipo	50
2.2.1.	Detalle de edificios	50
2.2.1.1.	Nave Central (Auditórium)	52
2.2.1.2.	Colegio Génesis	53
2.2.1.3.	Radio y TV	53
2.2.2.	Capacidad instalada (eléctrica)	54
2.3.	Prevaloración del consumo eléctrico	55
2.3.1.	Actividades por departamentos	55
2.3.1.1.	Radio y Televisión	55
2.3.1.2.	Colegio Génesis	56
2.3.1.3.	Auditórium (Nave Central)	57
2.3.2.	Equipo por departamento	62
2.3.2.1.	Radio y Televisión	62
2.3.2.2.	Colegio Génesis	64
2.3.2.3.	Nave Central (Auditórium)	65
2.3.3.	Iluminación	67
2.3.3.1.	Radio y Televisión	68
2.3.3.2.	Colegio Génesis	68
2.3.3.3.	Nave Central (Auditórium)	69
2.3.3.4.	Iluminación natural	70
2.3.3.5.	Iluminación parte externa	71
2.4.	Valorización del consumo eléctrico	72
2.4.1.	Instalación de monitores	72
2.4.2.	Requerimientos de energía eléctrica por departamento	73
2.4.2.1.	Radio y Televisión	73

	2.4.2.2.	Colegio Génesis.....	74
	2.4.2.3.	Nave Central (Auditórium).....	75
	2.4.2.4.	Resumen general requerimientos por áreas.....	75
	2.4.3.	Uso de energía eléctrica durante los procesos.....	76
2.5.		Balance de energía eléctrica.....	78
	2.5.1.	Principales salidas y entradas.....	78
	2.5.1.1.	Radio y Televisión.....	78
	2.5.1.2.	Colegio Génesis.....	80
	2.5.1.3.	Nave Central (Auditórium).....	81
2.6.		Costos por energía eléctrica.....	85
	2.6.1.	Costos mensuales.....	85
	2.6.2.	Costos anuales.....	86
2.7.		Panorama de la seguridad industrial.....	87
	2.7.1.	Riesgos.....	87
3.		GENERACIÓN DE MEDIDAS.....	91
3.1.		Etapa de inicio.....	91
	3.1.1.	Designación del equipo de trabajo.....	91
	3.1.2.	Capacitación del equipo.....	92
	3.1.2.1.	Sondeo general de producción más limpia.....	92
	3.1.3.	Enumeración de las etapas del proceso del uso de la energía eléctrica.....	97
3.2.		Medidas en el abastecimiento y distribución de la energía eléctrica.....	102
	3.2.1.	Mejoras de la capacidad instalada.....	102
	3.2.1.1.	Equipo de abastecimiento.....	102
	3.2.1.2.	Balance de cargas.....	103

3.2.2.	Mejoras en accesorios y equipo.....	104
3.2.2.1.	Equipo que requiere cambio	104
3.2.3.	Mejoras de líneas eléctricas.....	106
3.2.3.1.	Líneas a readecuar	106
3.2.3.2.	Líneas a redimensionar	108
3.3.	Medidas en el uso de la energía eléctrica.....	108
3.3.1.	Cambios en la iluminación	109
3.3.2.	Cambios en el equipo	111
3.3.3.	Introducción de buenas prácticas operativas	113
3.4.	Medidas de prevención.....	115
3.4.1.	Plan de mantenimiento de equipo de abastecimiento	115
3.4.1.1.	En banco de transformadores	115
3.4.1.2.	Planta eléctrica.....	118
3.4.1.3.	Transferencia eléctrica	118
3.4.2.	Plan de mantenimiento en la distribución.....	119
3.4.2.1.	Caja general de distribución	119
3.4.2.2.	Líneas	120
3.4.2.3.	Tomacorrientes	120
3.4.3.	Plan de mantenimiento de equipo.....	121
3.4.3.1.	Luces.....	121
3.4.3.2.	Transmisores de radio.....	122
3.4.3.3.	Transmisores de oficina	123
3.4.3.4.	Bomba de agua	124
3.4.3.5.	Equipo de televisión	125
3.5.	Evaluación económica	126
3.5.1.	Costo de implementación del plan	127
3.5.1.1.	Presupuesto	127
3.5.1.2.	Proyecciones de ahorros.....	131

	3.5.1.3.	Tiempo de retorno.....	134
	3.5.1.4.	Análisis de rentabilidad	135
3.6.		Selección de soluciones para su implementación	136
	3.6.1.	Plan de acción para la implementación de medidas de producción más limpia.....	139
4.		IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS	143
	4.1.	Organización del personal de trabajo	143
	4.2.	Preparación y programación de la implementación.....	147
		4.2.1. Calendarización de las medidas	147
	4.3.	Capacitación del personal	148
	4.4.	Campañas de ahorro.....	157
	4.5.	Monitoreo y evaluación de resultados	159
		4.5.1. Evaluación de los registros del medidor principal	159
		4.5.2. Evaluación de los registros de los medidores internos.....	162
		4.5.3. Encuestas de la participación y actitud de los usuarios	164
		4.5.4. Aceptación de los administradores del inmueble	174
		4.5.5. Informe de eficacia	175
	4.6.	Resultados generales de consumo en kilowatt y su equivalente monetario	176
		4.6.1. Divulgación de resultados.....	186
5.		MANTENIMIENTO DEL PROCESO	189
	5.1.	Capacitación constante del personal.....	189
	5.2.	Mantenimiento preventivo	190

5.2.1.	Inspecciones periódicas y reemplazo en las líneas de distribución	191
5.2.2.	Inspecciones programadas en transferencia y transformadores	192
5.2.3.	Servicios programados al equipo de abastecimiento	193
5.2.4.	Reemplazos programados	194
5.2.5.	Manejo de inventarios	195
5.3.	Monitoreo del programa	196
5.3.1.	Evaluación de la capacidad	197
5.3.2.	Control en los indicadores de desempeño	198
5.3.3.	Evaluación de maquinaria por departamento.....	199
5.3.4.	Evaluación de riesgos	200
5.4.	Evaluación y corrección del programa.....	202
5.4.1.	Identificación de nuevas oportunidades	202
CONCLUSIONES		205
RECOMENDACIONES		209
BIBLIOGRAFÍA		211
APÉNDICES		215
ANEXOS		219

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Opciones de producción más limpia	8
2.	Modelo de producción más limpia	18
3.	Flujograma de un proceso genérico	23
4.	Proceso global de una planta depuradora de aguas residuales.....	24
5.	Proceso global de un ingenio de azúcar	24
6.	Modelo de balance de cargas genérico	33
7.	Balance de un proceso de manufactura textil	34
8.	Organigrama por funciones de Iglesia Cristiana Familiar Bethania.....	49
9.	Vista en planta del edificio Iglesia Cristiana Familiar Bethania	51
10.	Diagrama del flujo de la corriente eléctrica	55
11.	Proceso de transmisión de radio y televisión	56
12.	Procesos Colegio Génesis	57
13.	Proceso de sermones religiosos	58
14.	Operaciones administrativo - financieras	59
15.	Actividades de atención al público	60
16.	Limpieza especial del Auditorium	61
17.	Actividades de guardianía nocturna	62
18.	Diagrama instalación propuesta de monitores	73
19.	Balance de energía para el área de Radio.....	79
20.	Balance de energía para el área de Televisión	79
21.	Balance de energía para el área del Colegio Génesis	80
22.	Balance de energía para el proceso de sermones	81
23.	Balance de energía para los procesos administrativo – financieros.....	82

24.	Balance de energía para el proceso de atención al público.....	82
25.	Balance de energía para el proceso limpieza especial del Auditorium.....	83
26.	Balance de energía para el proceso guardianía nocturna	84
27.	Consumo en quetzales de los kilowatt consumidos en el 2012	87
28.	Comité de producción más limpia de la Iglesia Bethania.....	92
29.	¿Qué entiende por producción más limpia?	93
30.	¿Qué entiende por ahorro de energía?.....	94
31.	¿Estaría dispuesto a que se monitoreara su consumo de energía eléctrica?	95
32.	¿Estaría dispuesto a contribuir con la implementación de medidas que permitan ahorrar el consumo de energía de su departamento?	95
33.	¿Le gustaría ser parte de un comité que velará por la disminución de desechos, ahorro de energía y prevención de riesgos?	96
34.	Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase I	98
35.	Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase I (tarde)	99
36.	Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase II	100
37.	Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase III	101
38.	Balance de líneas de tensión y redistribución de circuitos.....	105
39.	Diagrama de redistribución de la energía por áreas	107
40.	Resumen del total de inversiones por medida propuesta	131
41.	Comparación de consumos actuales en kilowatt <i>versus</i> los ahorros proyectados	133
42.	Comparación en quetzales de los kilowatt consumidos <i>versus</i> los ahorros proyectados	134
43.	Diagrama de Gantt de implementación de medidas de julio y agosto de 2013	150
44.	Diagrama de Gantt de implementación de medidas de septiembre y octubre de 2013.....	151

45.	Diagrama de Gantt de implementación de medidas de noviembre y diciembre de 2013.....	152
46.	Diagrama de Gantt de implementación de medidas de enero y febrero de 2014.....	153
47.	Diagrama de Gantt de implementación de medidas de marzo y abril de 2014	154
48.	Diagrama de Gantt de implementación de medidas de mayo y junio de 2014.....	155
49.	Gráfica consumo total, julio 2013 a junio 2014.....	162
50.	Gráfica consumo total por áreas, julio de 2013 junio de 2014.....	163
51.	¿Cómo evaluaría las medidas implementadas de producción más limpia?	165
52.	¿Cómo evalúa los esfuerzos realizados por la organización para la implementación de medidas?.....	166
53.	¿Cómo evalúa los esfuerzos realizados por su área para la implementación de medidas?.....	167
54.	Hasta el momento, considera que la priorización del uso de luz natural en su área, se ha dado (siempre, regularmente, nunca).....	168
55.	Hasta el momento, considera que el apagado de equipos al finalizar jornadas en su área, se ha dado (siempre, regularmente, nunca)	169
56.	Hasta el momento, considera que el apagado de equipos durante recesos en su área, se ha dado (siempre, regularmente, nunca)	170
57.	Hasta el momento, considera que se ha hecho uso de un solo microondas, cafeteras, dispensadores de agua dentro de la jornada, de forma.....	171
58.	¿Le gustaría que su área siguiera implementando medidas de producción más limpia?.....	172

59.	¿Considera que la organización debería seguir realizando esfuerzos para continuar la implementación de medidas de producción más limpia?	173
60.	Hasta el momento, ¿cómo evaluaría su experiencia como parte de un programa de producción más limpia?	174
61.	Comparación de consumos en Kilowatt de energía eléctrica para un periodo de 12 meses	181
62.	Comparación de consumos en quetzales de energía eléctrica para un periodo de 12 meses	181
63.	Comparación de consumo en kilowatt por área, julio a diciembre de 2013.....	183
64.	Comparación de consumo en kilowatt por área, enero a junio de 2014.....	184
65.	Ahorros en Kilowatt de julio de 2013 a junio de 2014	185
66.	Ahorro en quetzales de julio de 2013 a junio de 2014	186

TABLAS

I.	Datos de interés para una visita técnica de una tenería	21
II.	Identificación de operaciones críticas de una panadería	28
III.	Inventario del equipo – área Radio y Televisión	63
IV.	Inventario del equipo – área Colegio Génesis	65
V.	Inventario del equipo – área Nave Central (Auditórium)	66
VI.	Inventario de lámparas – área de Radio y Televisión	68
VII.	Inventario de lámparas – área Colegio Génesis	69
VIII.	Inventario de lámparas – área Nave Central (Auditórium)	69
IX.	Inventario fuentes de iluminación natural.....	71
X.	Inventario de lámparas – parte externa del edificio	72
XI.	Resumen de requerimientos en el área de Radio y Televisión.....	74

XII.	Resumen de requerimientos en el área de Colegio Génesis	74
XIII.	Resumen de requerimientos en el área de Nave Central (Auditórium).....	75
XIV.	Resumen de requerimientos generales de energía eléctrica por áreas.....	76
XV.	Consumo de energía durante los procesos por área	77
XVI.	Consumo de energía mensual en kilowatt por área	78
XVII.	Costos mensuales de energía eléctrica	85
XVIII.	Resumen costos anuales por energía eléctrica	86
XIX.	Lista de riesgos de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania	88
XX.	Listado de líneas a readecuar	106
XXI.	Detalles del cableado a redimensionar por tablero sugerido.....	108
XXII.	Resumen de lámparas y su consumo eléctrico.....	109
XXIII.	Listado propuesto de lámparas a reemplazar y su consumo proyectado	110
XXIV.	Resumen de equipo a reemplazar por ahorrador.....	111
XXV.	Listado de equipo ahorrador por área	112
XXVI.	Automatización del uso de iluminación artificial por área	112
XXVII.	Horarios de priorización de iluminación natural.....	113
XXVIII.	Plan de mantenimiento en el banco de transformadores	116
XXIX.	Plan de mantenimiento de la planta eléctrica.....	117
XXX.	Plan de mantenimiento de la transferencia eléctrica.....	118
XXXI.	Plan de mantenimiento a la caja de distribución	119
XXXII.	Plan de mantenimiento a las líneas eléctricas	120
XXXIII.	Plan de mantenimiento a tomacorrientes.....	121
XXXIV.	Plan de mantenimiento a lámparas.....	122
XXXV.	Plan de mantenimiento al equipo de transmisión de radio	123
XXXVI.	Plan de mantenimiento al equipo de oficina.....	124
XXXVII.	Plan de mantenimiento de la bomba de agua	125

XXXVIII.	Plan de mantenimiento al equipo de televisión	126
XXXIX.	Presupuesto de la implementación de medidas de producción más limpia	127
XL.	Presupuestos para la implementación de los planes de mantenimiento	130
XLI.	Proyecciones de ahorros por medida de producción más limpia	132
XLII.	Lista y análisis de medidas según prioridad de implementación	137
XLIII.	Lista de medidas prioridad de implementación	138
XLIV.	Plan de acción para la implementación de medidas de producción más limpia.....	140
XLV.	Listado de actividades de la I fase de implementación, ejecutores y responsables	144
XLVI.	Calendarización de actividades para la implementación de medidas ...	148
XLVII.	Plan de capacitación para el personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.....	156
XLVIII.	Sistema de recompensas por campaña de ahorro	158
XLIX.	Plan de comunicaciones del Programa de producción más limpia	159
L.	Bitácora del consumo total, julio 2013 a junio 2014	160
LI.	Consumos reales totales por área, julio 2013 a junio de 2014	163
LII.	Comparación de consumos anteriores y con medidas implementadas, en Kilowatt y quetzales	176
LIII.	Comparación de consumos en kilowatt por área, julio a diciembre de 2013.....	178
LIV.	Comparación de consumos en kilowatt por área, enero a junio de 2014	179
LV.	Lista de temas de capacitación propuestos	189
LVI.	Programación realizada para la redistribución de circuitos, instalación de tableros y recableado.....	191

LVII.	Actividades realizadas de inspección en transformadores y transferencia eléctrica	193
LVIII.	Servicios programados al equipo de abastecimiento	194
LIX.	Resumen de actividades realizadas durante el reemplazo de monitores (fase II)	195
LX.	Actividades propuestas para el manejo de inventarios	196
LXI.	Registro de cargas de las líneas principales	197
LXII.	Rangos de consumo promedio en kilowatt.....	198
LXIII.	Rangos de consumo promedio en kilowatt de las áreas	199
LXIV.	Guía para la evaluación de equipo.....	200
LXV.	Guía para el registro de riesgos	201

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos	Significado
CANT	Cantidad
CI	Circuitos iluminación
CT	Circuitos tomacorrientes
ET	Energía total
IN	Ingreso neto
I	Inversión
KW	Kilowatt
L	Lúmenes
MOD	Modelo
OBS	Observaciones
OC	Operación crítica
OU	Operaciones unitarias
PR	Período de retorno
POT. NOM.	Potencia nominal
PML	Producción más limpia
R	Rentabilidad
TV	Televisión
V	Voltio
W	Watt

GLOSARIO

Auditoría de desechos	Cuantificación minuciosa de los desechos de una industria, planta, proceso u operación unitaria.
Auditoría energética	Identificación de los costos y las cantidades físicas de los insumos de energía utilizados; las tendencias anuales y estacionales en el uso de la energía y su costo, y el uso por unidad producida.
Buenas Prácticas Ambientales	Medidas, ya sean de gestión o técnicas, destinadas a mejorar el rendimiento medioambiental.
Circuito	Interconexión de dos o más componentes, tales como resistencias, inductores, condensadores, fuentes, interruptores y semiconductores. Red eléctrica que contiene al menos una trayectoria cerrada. Un circuito que tiene componentes electrónicos es denominado un circuito electrónico.
Contaminantes	Fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solos, o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al medio ambiente.

Desecho	Materia a la cual ya no es posible asignarle valor ninguno.
Devanado	Enrollar un hilo, un alambre, una cuerda u otro material alrededor de un eje o un carrete.
DNC	Diagnóstico de necesidades de capacitación
Ecoeficiencia	Maximización de los resultados industriales partiendo desde un nivel de entrada de insumos, para asegurar la producción limpia, el uso apropiado de los recursos humanos y los recursos renovables y no renovables.
Eficacia	Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.
Eficiencia	Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado, con el mínimo de recursos posibles viable.
Efectividad	Capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado.
Eficiencia energética	Conjunto de acciones que llevan a consumir menos energía. Permite alcanzar mayores beneficios finales con menores recursos energéticos y con menor impacto sobre el medio ambiente.

Flipón	Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias.
Flujograma	Representación gráfica del algoritmo o proceso. Es muy utilizado en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva.
<i>In situ</i>	Expresión latina que significa en el sitio o en el lugar y que es generalmente utilizada para designar un fenómeno observado en el lugar, o una manipulación realizada en el lugar.
Kilowatts	Medida de la potencia eléctrica. Equivalente a mil watts.
Kilowatts hora	Cantidad de energía eléctrica que se consume en una hora.
Operación unitaria	Parte indivisible de cualquier proceso de transformación donde hay un intercambio de energía del tipo de físico, de una materia prima en otro producto de características diferentes.
Proceso	Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.
Productividad	Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para

obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

Potencia activa	Cantidad de energía eléctrica que consume un equipo en un segundo. Es medida en vatios.
PML	Producción más limpia
Reciclaje	Medida que separa y trata de reutilizar los residuos o la basura, luego de generados.
Residuos	Aquel producto, material o elemento que después de haber sido producido, manipulado o usado no tiene valor para quien lo posee y por ello se desecha; estos pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.
Vatio o watt	Potencia eléctrica producida por la diferencia de potencial entre un voltio y la corriente eléctrica equivalente a un amperio (un voltamperio).

RESUMEN

La Iglesia Cristiana Familiar Bethania de Quetzaltenango, una institución religiosa, implementa medidas de producción más limpia, con base en un diagnóstico realizado a sus procesos, infraestructura y equipo; con el fin de lograr reducciones representativas en su consumo eléctrico. Dichas medidas fueron formuladas expresamente para la organización y asimismo, fueron evaluadas antes de su implementación, analizando entre muchos aspectos, el tema monetario implicado.

Para la implementación de dichas medidas, fue necesario compactar un equipo responsable que apoyara el proceso y quien velará por la continuidad del mismo. Dicho equipo apoyó, en conjunto con los directivos de la organización, no solo en la formulación de medidas, sino además a motivar al personal para llevarlas a cabo. También, a realizar actividades de monitoreo de las medidas implementadas y el consumo eléctrico generado por la institución. Es importante resaltar que dicho apoyo fue vital para la elaboración e implementación del programa.

OBJETIVOS

General

Elaborar un programa de producción más limpia para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica; para la Iglesia Familiar Cristiana Bethania de Quetzaltenango, que permita la reducción de su consumo eléctrico.

Específicos

1. Analizar el consumo de energía eléctrica de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania de Quetzaltenango.
2. Identificar riesgos de daños al equipo eléctrico e infraestructura de la organización.
3. Identificar y evaluar medidas que contribuyan con la reducción de consumo de energía eléctrica.
4. Coordinar y monitorear la implementación de dichas medidas.
5. Analizar los ahorros obtenidos mediante la implementación de medidas.
6. Proponer formas para el monitoreo constante del consumo de la energía eléctrica.

INTRODUCCIÓN

La Iglesia Cristiana Familiar Bethania, ubicada en la cabecera departamental de Quetzaltenango, es reconocida como una de las instituciones religiosas más importantes de la localidad. Sus seguidores y afluencia de miembros se han visto incrementados constantemente desde su fundación, hace ya más de 40 años; lo que le ha demandado no solo la evolución de sus actividades, sino además la readecuación de sus instalaciones, en más de una ocasión. Es importante resaltar que dichos cambios han causado de igual forma, el incremento gradual de su consumo eléctrico.

Como suele suceder, con el paso del tiempo han surgido diferentes iniciativas de parte de los miembros y directivos de la organización. Muchos de estos, corresponden a eventos envolventes e inolvidables para las personas que visitan la Iglesia, los cuales demandan un alto consumo eléctrico. Es importante mencionar, que en más de una vez dichos eventos, han puesto a prueba la capacidad eléctrica de las fuentes de abastecimiento de la organización.

Así surge la iniciativa de crear un programa de producción más limpia para la organización, el cual tuviera como resultado una reducción representativa del consumo de energía eléctrica, con el fin de no solo evitar los riesgos por sobrecarga a los cuales la organización se ve expuesta, sino además, contribuir con la reducción de contaminantes que el uso de energía eléctrica tiene en el medio ambiente.

El ejemplo que la Iglesia Familiar Cristiana Bethania puede darle a la sociedad Quetzalteca, al iniciar la implementación de medidas que impacten positivamente el medio ambiente, es invaluable. Por lo cual se decide documentar el proceso desde la fase de diagnóstico, brindando una continuidad de las medidas generadas e implementadas; así como un análisis de los resultados obtenidos.

Dicha información se organiza en cinco capítulos, los que se detallan a continuación:

- Estrategia de producción más limpia.
- Diagnóstico de la situación de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.
- Generación de medidas de producción más limpia.
- Implementación de medidas.
- Mantenimiento del proceso (generación de formas del monitoreo del programa).

Se espera que la información presentada en el presente documento, pueda promover en otras organizaciones guatemaltecas la implementación de este tipo de programas y además sirva de medio para la concientización de hogares guatemaltecos para la adopción de medidas responsables con el medio ambiente.

1. ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

1.1. Introduciendo un modelo de gestión más limpia

Con el fin de introducir estrategias de producción más limpia en las organizaciones, es necesario en primer lugar, conocerlas.

1.1.1. Principales definiciones y conceptos

El Programa Ambiental de las Naciones Unidas (PNUMA) define la producción más limpia (PML) como “La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a los procesos y productos con el fin de reducir los riesgos para el ser humano y el medio ambiente”.¹ Nótese que la metodología de producción más limpia, hace énfasis en la aplicación, así como en el “uso óptimo de recursos naturales y energéticos” con el fin de minimizar riesgos para la vida, como para el medio ambiente.

1.1.2. Objetivos

El Centro de Producción más Limpia de Colombia, sugiere que uno de los objetivos inmediatos detrás de la aplicación de un Programa de Producción más Limpia, es el de “poseer empresas con una alta ecoeficiencia en sus procesos productivos”. Un objetivo final (o de largo plazo) de la metodología es “el de poseer una producción sostenible en el contexto de la sociedad y de su economía”.

¹ Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. *Producción más limpia*. p. 3.

Asimismo, la producción más limpia “prioriza la reducción de emisiones y descargas, optimizando la utilización de las materias primas y disminuyendo riesgos para la salud humana y el medio ambiente; lo cual permite aumentar la eficiencia y la rentabilidad en las organizaciones”².

En los procesos se orienta a la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía; reducción y minimización de la cantidad y toxicidad de emisiones y residuos desde la fuente; eliminación de materias primas tóxicas.

En los productos se orienta a la reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida del producto, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final.

En los servicios se orienta a la incorporación del concepto del cuidado ambiental, tanto en el diseño como en la prestación de los mismos³.

1.1.3. Principios

El Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles (CPTS) establece en la guía general técnica para producción más limpia tres principios fundamentales para la aplicación de producción más limpia, los cuales son también conocidos como las tres ‘R’⁴.

- Reducir. El aprovechamiento o extracción de los componentes útiles existentes en un residuo. Por ejemplo, en el caso de una oficina, en donde se han desechado hojas de papel, se aplica el principio de reducir

² DUYCK, CARRILLO, y MOSCOSO. *Manual para la producción más limpia en el sector hotelero*. p. 5.

³ *Ibíd.*

⁴ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de producción más limpia*. p. 3.

al utilizar las caras de papel que aún están en blanco para realizar impresiones, anotaciones, entre otros. Esto evita que las hojas no se desechen inmediatamente (el papel sigue en su forma original).

- Reutilizar. El uso de un residuo en un proceso independientemente del estado en el que el residuo se encuentre. En el caso de las hojas de papel, el principio de reutilizar se aplicaría, al extraer las hojas de la basura, para darle otros usos como utilizarlas como bolsas de papel u otros (el papel se extrae de la basura para darle nuevos usos).
- Reciclar. La transformación de un residuo en insumo o nuevo producto. En el caso de las hojas de papel, el principio de reciclar se aplicaría al enviarlas a una fábrica para su reproceso (el papel cambia de forma).

1.1.4. Bases de la práctica

La producción más limpia sustenta sus acciones en los siguientes apartados⁵:

- Todos los problemas ecológicos deben ser resueltos en cooperación con un plan unificado y comprensivo.
- La economía de la ecología supone una modernización de los objetos, los cuales podrían ser reales o potenciales contaminantes del medio ambiente.
- La creación de un mercado ecológico es un prerrequisito necesario para el desarrollo sustentable de un país.

⁵ THORPE, Beverley. *Citizen's guide to clean production*. p. 6-7.

1.2. Legislación ambiental

La Constitución Política de la República de Guatemala establece en su artículo 97 respecto al Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico, que “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico”.

Asimismo, el artículo 119 en su inciso C, establece que son obligaciones fundamentales del Estado “el adoptar medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente”. De lo anterior se establece, el Acuerdo Gubernativo No. 258-2010 el cual presenta la Política Nacional de Producción más Limpia “como herramienta técnica para la competitividad y la gestión ambiental preventiva cuyo objetivo general es el de contribuir al bienestar social, el crecimiento económico, el aumento de la competitividad, el mejoramiento de la calidad del ambiente y el aprovechamiento racional de los bienes y servicios naturales, a través de la aplicación de Producción más Limpia, como herramienta para la gestión socio ambiental”.

Además, presenta las siguientes justificaciones para la adopción de la metodología de producción más limpia:

- Ahorro de insumos como agua y energía por unidad producida (reduciendo a la vez costos de producción).
- Reducción de costos de soluciones de mitigación o control de la contaminación.
- La reducción de riesgos a la salud del equipo interno a través de la mejora de las condiciones del área de trabajo.

- Estímulo a la innovación tecnológica.

1.2.1. Políticas guatemaltecas ambientales

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales como máximo rector en las materias ambientales y de recursos naturales, establece las siguientes políticas públicas, las cuales trabajan en conjunto con la Política de producción más limpia:

Política Marco de Gestión Ambiental (Acuerdo Gubernativo 791-2003). La cual incluye entre sus objetivos específicos “la introducción del concepto de Producción más Limpia en los procesos productivos con el fin de promover el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, además del fortalecimiento de la gestión ambiental”.

Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos (Acuerdo Gubernativo 111-2005). La cual busca “el involucramiento y la concientización de todos los entes de la sociedad guatemalteca hacia el manejo integrado de los desechos y residuos sólidos urbanos a través del sistema de separación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, además de la introducción de prácticas de Producción más Limpia a sus sistemas de gestión”.

Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales. (Acuerdo Gubernativo 63-2007): La cual hace ver la producción más limpia como una herramienta de gestión ambiental, orientada al desarrollo de mecanismos e instrumentos ambientales para la producción y la gestión de la calidad ambiental.

Política Nacional para el Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas. La cual hace énfasis en “la responsabilidad medio ambiental como medio necesario para lograr un desarrollo económico y social sustentable, que a su vez garantice el aprovechamiento de las oportunidades y condiciones óptimas de vida para las generaciones futuras”.

1.2.2. Principales requerimientos ambientales

La Política de producción más limpia establece los siguientes principios a seguir para su implementación:

- **Prevención:** aminorar desde la fuente aquellos posibles impactos negativos que la fabricación, generación de productos y prestación de servicios puedan tener sobre el ambiente, los bienes y servicios naturales.
- **Productividad:** optimizar el uso de materias primas e insumos de forma que estos no solo minimicen los residuos y emisiones generadas durante el proceso productivo, sino que además faciliten el uso integral de los bienes y servicios naturales.
- **Gradualidad:** implementar un enfoque de mejora continua en las acciones cronológica y progresivamente organizadas, facilitando la sostenibilidad de los procesos de producción sin que estos comprometan el equilibrio ecológico, los bienes y servicios naturales y la estabilidad económica.
- **Responsabilidad compartida diferenciada:** aceptar y apropiarse de la responsabilidad compartida pero diferenciada de la implementación de la

producción más limpia en cuanto a costos y beneficios; con el fin de no poner en riesgo el equilibrio ecológico, los bienes y servicios naturales y la estabilidad económica.

- **Competitividad:** poseer ventajas comparativas, que no solo propicien mejoras en el entorno económico sino que además minimicen el riesgo a la pérdida del equilibrio ecológico, los bienes y servicios naturales y la estabilidad económica.
- **Participación:** poseer un involucramiento y un diálogo continuo, constructivo y permanente entre los diferentes actores para la promoción de iniciativas y acuerdos voluntarios.
- **Integralidad:** promover la articulación de los aspectos de la producción más limpia con las políticas ambientales vigentes para garantizar su estabilidad y continuidad.

1.3. Opciones de producción más limpia

Las siguientes opciones son importantes para la implementación de un Programa de Producción más Limpia. Estas son también conocidas como “bases o fundamentos para la implementación de la producción más limpia”⁶.

Las mismas pueden agruparse según complejidad de inversión (de mayor a menor), tal como se observa en la figura 1.

⁶ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de producción más limpia*. p. 14.

Figura 1. **Opciones de producción más limpia**



Fuente: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles.

1.3.1. **Buenas prácticas operativas**

Desde el punto de vista de la producción más limpia, las buenas prácticas comprenden una serie de medidas voluntarias y de fácil aplicación para aumentar la productividad, bajar los costos, reducir el impacto ambiental de la producción, mejorar el proceso productivo y elevar la seguridad industrial. Las mismas poseen los siguientes objetivos:⁷

- Optimizar el consumo de materia prima, agua y energía; evitando el desperdicio de materias primas costosas (reduciendo los costos de operación en el proceso).

⁷ Centro Nacional de Producción Más Limpia. *Guía de PML para la industria textil*. p. 36-38.

- Reducir la cantidad y el grado de contaminación de los residuos sólidos, aguas residuales y emisiones atmosféricas.
- Optimizar la reutilización y el reciclaje de materias primas y material de embalaje.
- Mejorar las condiciones de trabajo y de la seguridad en el trabajo.
- Mejorar la organización del proceso productivo.

El alcance de estos objetivos, requiere de un equipo comprometido con el Programa de Producción más Limpia que esté dispuesto a la inspección física de la organización, con el fin de identificar oportunidades de mejora; analizar y seleccionar propuestas de cambio; implementar las medidas seleccionadas; realizar el monitoreo y evaluación de los cambios implementados e identificar constantemente posibles mejoras al programa.

En el contexto meramente operativo, las buenas prácticas se ven sujetas a los siguientes elementos⁸:

1.3.1.1. Capacitación

Con el fin de que una organización adopte e implemente medidas, será necesario tomar un espacio para el intercambio de conocimientos por medio de la capacitación. La misma se define como un proceso por el cual son impartidos “conocimientos y habilidades con el fin de lograr mejoras en el desempeño laboral y profesional de los que lo reciben”⁹. Este, al ser un proceso, deberá contar con una serie de pasos que lo conformen, los cuales se detallan a continuación.

⁸ Centro Nacional de Producción más Limpia. *Guía de PML para la industria textil*. p. 36-38.

⁹ UNAM. Plan de capacitación y adiestramiento. p. 14.

- Diagnóstico de las necesidades de capacitación (DNC). Aquí se identifican, las necesidades de capacitación más relevantes de la organización, el público objetivo, la duración y la frecuencia. Dicho diagnóstico es generalmente conducido por medio de instrumentos que permitan obtener datos del personal, los cuales luego de ser analizados, permitan la priorización de temas de capacitación.
 - Diseño del plan de capacitación. Con base en los resultados del diagnóstico de necesidades de capacitación, se elabora un plan para llevar a cabo las diferentes capacitaciones dentro de la organización.
 - Implementación de la capacitación. En este se llevan a cabo una serie de acciones que siguen los objetivos contenidos en el plan de capacitación.
 - Evaluación de los resultados de la capacitación. Será siempre necesario determinar el alcance de los objetivos de las capacitaciones impartidas y del plan de capacitación. Esta de igual forma puede ser llevada a cabo por medio de instrumentos de evaluación.
- Mantenimiento preventivo de equipo e instalaciones¹⁰. Acciones constantes de inspección, control y conservación que aseguren el correcto funcionamiento de la maquinaria e infraestructura de la organización; las cuales a su vez faciliten las tareas de mantenimiento

¹⁰ Centro Nacional de Producción más Limpia. *Guía de PML para la industria textil*. p. 36-38.

preventivo. Estas deberán seguir un plan de implementación en el cual se debe considerar:

- Diagnóstico de mantenimiento. En todo plan será necesario realizar una evaluación de la situación actual, con el fin de establecer datos que sirvan de precedente y sobre los cuales se pueda realizar una comparación posteriormente.
- Inventario de equipo. Con el fin de tener conocimiento del equipo que se encuentra en la organización, será necesario inventariar el mismo para clarificar lo más posible el proceso de mantenimiento e inspección.
- Nombramiento de encargados directos de mantenimiento. Es importante identificar personas clave de las cuales dependa el mantenimiento del equipo y que conozcan todo el proceso y las técnicas para la prevención y resolución rápida de inconvenientes.
- Visibilidad de manuales del equipo. Es bueno poseer en áreas visibles los manuales de uso correspondiente al equipo, para facilitar el uso adecuado del mismo, así como resolución de dudas entre otras.
- Establecer y elaborar registros de revisión. Por medio de puntos de revisión y sus correspondientes registros se podrá controlar constantemente el equipo con el fin de determinar fechas y frecuencia de mantenimiento; así como evaluar el plan implementado.

- Registro permanente de averías e incidentes. Este registro servirá de consulta para los responsables del mantenimiento y deberá estar a cargo del operador de cada equipo.

1.3.2. Sustitución de materiales

En la implementación de la estrategia de producción más limpia, se hablará de la sustitución materiales, para referirse a aquel reemplazo que se realizará de un material o energético utilizado en un proceso. Dicho reemplazo se dará por un equivalente que genere menor cantidad de residuos, sea menos tóxico y presente menos riesgos para la salud del personal; o bien por materiales renovables o con mayor vida de servicio. En esta sustitución se puede generar acciones como cambio de tipos de combustible, cambios de tipo de bombillas, entre otros¹¹.

1.3.3. Cambios tecnológicos

Aquí se realizarán los esfuerzos necesarios para el reemplazo de tecnología obsoleta, cambios en la secuencia de los procesos o simplificación de procedimientos; con el fin de reducir la generación de desechos y emisiones durante la producción. Tales cambios pueden incluir acciones como: automatización de procesos manuales, incorporación de nuevas tecnologías, entre otras¹².

¹¹ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de producción más limpia*. p. 17.

¹² Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de producción más limpia*. p. 18.

1.3.4. Reciclaje interno

También conocido como “circuito cerrado de reciclaje”, consiste en el retorno de los residuos directamente al proceso de producción en la calidad de insumo. En otras palabras la reutilización de materiales de desecho en el mismo proceso u en otras aplicaciones dentro de la organización. Estas acciones pueden incluir el reciclaje del agua, recuperación de mermas para reproceso, entre otros¹³.

1.3.5. Rediseño de producto

Desde el punto de vista de la producción más limpia, el rediseño de producto (modificación de procesos), consistirá en sustituir un producto final por otro de características similares, que requiera insumos no peligrosos o menos peligrosos en los procesos de producción. Esto con el fin de reducir daños al medio ambiente y/o salud de aquellos involucrados en la manufactura del mismo. También incluye la modificación de las características del producto, de forma que se minimicen sus impactos ambientales derivados de su uso o disposición.

En el rediseño, se pueden considerar alteraciones a los procesos, en el caso de organizaciones dedicadas a servicios, para minimizar impactos al medio ambiente que puedan darse a consecuencia de los mismos.

Un ejemplo del rediseño de productos (o modificación de procesos), es el uso de pintura con base en agua en lugar de pintura con base en solventes, al momento que una organización decida pintar su infraestructura.

¹³ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de producción más limpia*. p. 17.

1.3.6. Reciclaje externo

Al hablar de reciclaje externo, se hablará de los esfuerzos dedicados a la transformación de materiales de desecho, en materiales que puedan ser reutilizados o reciclados para otras aplicaciones fuera de la organización. Estas acciones pueden incluir: recuperación de aceites/grasas de compresores para elaboración de lubricantes para automóviles, entre otras.

1.4. Ventajas

La modificación de un proceso, la sustitución de un elemento, el cambio de una práctica o cualquier intervención que se realice en una organización conlleva un efecto o un impacto, el cual puede ser tanto positivo como negativo.

Numerosos casos alrededor del mundo han sido documentados, con el fin de probar los diferentes beneficios que puede tener la implementación de dichos programas.

En Guatemala se encuentran casos como el Grupo Agroindustrial de Occidente (GAO), Cementos Progreso, Papelera Internacional S. A. (Painsa), Asociación Guatemalteca de Exportadores (Agexport), quienes han sido reconocidos a nivel internacional por sus bajas emisiones de carbono y uso de materiales reciclados en sus procesos¹⁴, siendo parte de las compañías nacionales comprometidas con la producción más limpia.

Las diversas ventajas que estas compañías han experimentado, pueden verse en las áreas que se verán a continuación.

¹⁴ VILLEGAS, Vivian. *En búsqueda de exportaciones ambientalmente responsables*. p. 18-20.

1.4.1. Ahorros

Como se veía en el apartado 1.2. del presente documento, uno de los principales elementos que respaldan la implementación de esta metodología, es la reducción de consumo de recursos. También el reciclaje y el aprovechamiento de materiales, lo que puede beneficiar, en el tema monetario a cualquier organización¹⁵. Es muy importante siempre resaltar, que las medidas de producción más limpia son consideradas como una inversión, en la cual los beneficios se verán gradualmente, en un plazo de tiempo determinado.

1.4.1.1. Energía

Una buena administración de la energía, uno de los insumos más importantes de cualquier proceso, orientada a la búsqueda de la eficiencia energética puede provocar grandes ahorros en cualquier organización¹⁶. En Panamá, El Grupo Ricardo Pérez, S. A., una industria automotriz, reporta para el 2014 un descenso del 7 % en su consumo energético de los últimos tres años, luego de la implementación de la metodología de producción más limpia; además de un 26 % de reducción de su energía térmica.

En El Salvador, al menos 18 empresas del sector de alimentos reportan un descenso del 25 % en su consumo energético, tras tres años de implementación de la metodología¹⁷.

¹⁵ Centro de Producción más Limpia. *Manual de BPA para el sector MIPYME*. p. 43.

¹⁶ *Ibíd.*

¹⁷ QUINTILLANA, Lourdes. *Empresas logran ahorros con la producción más limpia*. p. 16.

1.4.1.2. Costos

La estructura de costos totales de producción disminuye debido al mejoramiento y aumento de la eficiencia de los procesos; así como control constante de insumos¹⁸. De igual forma se reducen las inversiones asociadas a tratamientos y/o disposición final de desechos.

En Guatemala, unas 37 empresas fueron impulsadas a raíz del proyecto “Alianzas de Producción más Limpia” en el sector privado. Dicho proyecto fue desarrollado entre 2008 y 2010 con el apoyo de la organización World Environment Center (WEC, por sus siglas en inglés). Dichas empresas reportaron un ahorro de más de \$224 300 en sus costos operativos durante el tiempo de ejecución del proyecto¹⁹.

Asimismo, en El Salvador pequeñas y medianas empresas reportaron un ahorro de \$600 000 solo con la aplicación de la producción más limpia y eficiencia energética²⁰.

1.4.1.3. Procesos

Mediante la modificación y optimización de procedimientos de trabajo, se promueve la eficiencia de procesos de la organización. Dicha eficiencia no solo impacta en la calidad de los productos (mejoras) sino además en los recursos tanto energéticos como económicos²¹.

¹⁸ OROZCO, Carlos. *Ecoeficiencia de los sistemas productivos aplicando PML*. p. 34.

¹⁹ CHINCHILLA, Karla. *Empresas de Guatemala y El Salvador apuestan por PML*. p. 21.

²⁰ QUINTILLANA, Lourdes. *Empresas logran ahorros con la producción más limpia*. p. 16.

²¹ Centro de Producción más Limpia. *Manual de BPA para el sector MIPYME*. p. 43.

La mayoría de los casos mencionados en los apartados 1.4.1.1. y 1.4.1.2., tuvieron los resultados presentados gracias a los ajustes realizados en sus diferentes procesos.

1.4.2. Aumento productividad

La producción más limpia permite mejoras en la productividad mediante la mejora de la eficiencia de procesos y optimización del consumo de recursos, al servir como medio para mejorar el conocimiento de los procesos²². De igual forma se mejora la productividad del capital y de las materias primas utilizadas.

Muchos sectores muestran casos en donde se ve aumentada la productividad gracias a la implementación de la metodología, como el sector de alimentos, hoteles, textiles, agricultura, entre otros.

1.4.3. Reducción de riesgos

De la misma forma, la implementación de la metodología logra una disminución de riesgos humanos y de contaminación ambiental, por medio de un mantenimiento constante de equipo, formación de personal y prevención de accidentes.

En varios casos se ha documentado que los desechos generados por los procesos productivos, son los principales causantes de problemas de salud y seguridad entre los colaboradores de una organización. Así, por medio de la

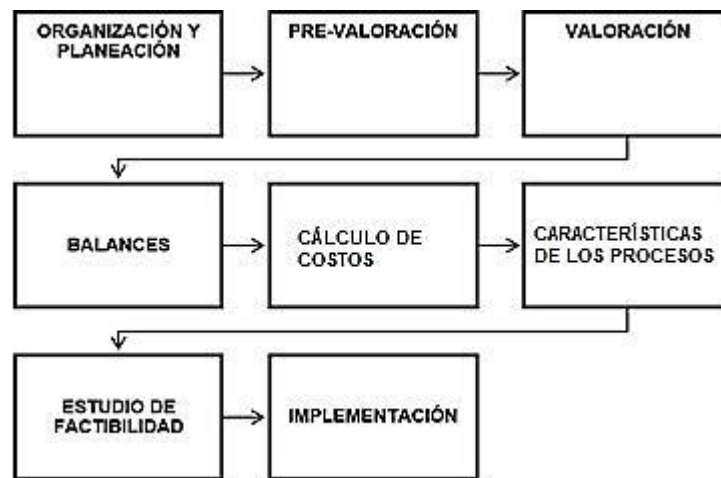
²² ELIZONDO, Beatriz. *Beneficios económicos de la producción más limpia*. p. 2.

producción más limpia se logran primas de seguros más bajas, se evitan sanciones o demandas, entre otros²³.

1.5. Modelo de producción más limpia

Se detallará a continuación cada una de las fases del modelo de producción más limpia. Este se puede observar en la figura 2.

Figura 2. Modelo de producción más limpia



Fuente: Centro de Nacional de Producción más Limpia.

1.5.1. Planeación y organización

Como primer paso en un Programa de producción más limpia, es necesario poseer una fase de planeación (planificación) y organización, la cual

²³ ELIZONDO, Beatriz. *Beneficios económicos de la producción más limpia*. p. 2.

tendrá como principal objetivo establecer el compromiso de la organización para con el programa.

También se ha de comunicar la iniciativa al personal y definir los grupos de trabajo y sus respectivas responsabilidades²⁴. Las actividades a desarrollar en esta fase se detallan a continuación.

- Obtener el compromiso de la gerencia y de todo el personal de la organización. Aquí directivos, gerentes y personal clave de la organización, están convencidos de los beneficios del programa y se comprometen con el éxito del mismo. Dicho compromiso será vital no solo para su implementación, sino para la obtención de los resultados esperados²⁵.
- Organizar un equipo o comité de producción más limpia. Al poseer el compromiso de las diferentes áreas de la organización será necesario integrar un equipo responsable que sea el encargado de dirigir el programa. Este debe incluir al menos tres empleados clave de las distintas áreas de la empresa; así como un representante o coordinador. Entre las funciones de dicho comité se encontrarán: realización de diagnóstico de producción más limpia, implementación del programa, identificación de oportunidades, monitoreo y continuidad del programa²⁶.
- Definir claramente las metas del programa. Será necesario establecer metas realistas que se podrán alcanzar con el programa. Posteriormente construir un plan de acción que permita alcanzarlas a corto, mediano y

²⁴ Centro Nacional de Producción más Limpia. *Guía de PML para la industria textil*. p. 9.

²⁵ GERBER, Gerber, & Pereira. *Produção mais limpa em padarias e confeitarias*. p. 27.

²⁶ *Ibíd.*

largo plazo; incluyendo metas y acciones de cada área, aspectos a mejorar, plazos, los recursos con los que se cuenta y los responsables directos del cumplimiento de cada actividad propuesta²⁷.

- Identificar obstáculos y soluciones para la implementación del programa. De igual forma conocer los posibles obstáculos en el proceso y proponer soluciones. Aquí será clave la participación del personal de cada área de trabajo, por la experiencia en sus respectivos campos de trabajo²⁸.
- Capacitar a mandos intermedios y operarios. Tal como se veía en el apartado 1.3.1. del presente documento, será necesario realizar diagnósticos de necesidades de capacitación dentro del personal que permitan identificar las áreas que este debe fortalecer. De igual forma, elaborar un plan para poder llevarlas a cabo²⁹.

1.5.2. Prevaloración

En la etapa de prevaloración, o preevaluación, se pretende hacer una evaluación o valoración muy general de las actividades que son realizadas por la organización por medio de una visita técnica, con el fin de analizar las posibilidades de la implementación de la metodología de producción más limpia y el tiempo necesario para llevar a cabo la misma. Dicha visita deberá ser planificada, dando respuesta a las siguientes preguntas, ¿Cómo será la visita? ¿Cuánto tiempo durará? ¿Qué información se requiere de la organización antes de iniciar? ¿Qué áreas podrían ser de especial interés? ¿Qué personas deben entrevistarse? ¿Cómo y con qué objetivo?

²⁷ Centro Nacional de Producción más Limpia. *Guía de PML para la industria textil*. p. 9-10.

²⁸ *Ibíd.*

²⁹ *Ibíd.*

Por ejemplo, el caso de una tenería que planea realizar una visita técnica a su planta de producción; para lo cual el comité de producción más limpia toma en cuenta los datos que se observan en la tabla I.

Tabla I. **Datos de interés para una visita técnica de una tenería**

DESCRIPCIÓN DE LA VISITA	DURACIÓN	INFORMACIÓN PREVIA	AREAS DE INTERÉS	PERSONAL A ENTREVISTAR	RECURSOS NECESARIOS
Visita in situ de la planta de producción Observación de los procesos	3 días	Recibos de agua, luz Facturas de compras (materias primas)	Producción en general	Operarios, supervisores, personal de limpieza	Boletas de observación Transporte

Fuente: Centro de Nacional de Producción más Limpia.

Es importante que durante la fase de pre-valoración se posea claridad de los diferentes procesos de la organización y los recursos utilizados por ellos. Por ende, será necesario contar con registros y realizar mediciones de materias primas, consumo de agua y consumo energético, así como documentación que facilite la identificación de indicadores de comparación, tales como: recibos de consumo de energía, consumo de agua, compra de materiales, controles de inventario, entre otros. También realizar mediciones *in situ* de aspectos de relevancia como niveles de iluminación, volúmenes de aguas residuales, entre otros.

De igual forma visualizar los procesos, las diferentes entradas y salidas, para lo cual se podrá utilizar la herramienta que se verá a continuación³⁰.

1.5.2.1. Flujograma de los procesos

Por medio de un flujograma de los procesos será posible evaluar las entradas y salidas en las distintas fases del proceso productivo, identificar los residuos generados, flujo de energía y agua, así como definir los indicadores que podrán ser monitoreados.

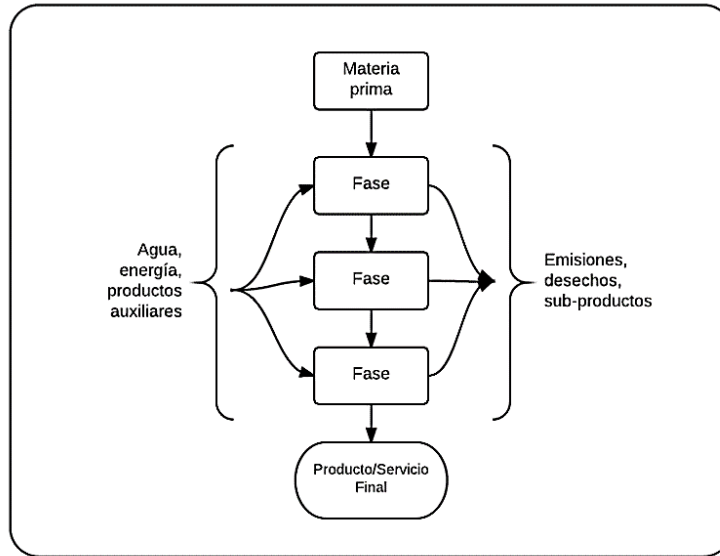
Asimismo, se podrá tener una mayor claridad de los espacios físicos destinados para cada área, definir si la secuencia de las acciones es la más conveniente, describiendo y cuantificando para cada una de las mismas todas las entradas, salidas y costos asociados³¹.

En la figura 3 se muestra un flujograma genérico para un proceso, en donde se visualizan tanto entradas, como salidas.

³⁰ MAGALHÃES, Eveline. *Produção mais limpa: conceitos e definições metodológicas*. p. 5.

³¹ Centro Nacional de Producción más Limpia. *Guía de PML para la industria textil*. p. 11.

Figura 3. **Flujograma de un proceso genérico**



Fuente: Centro de Nacional Producción más Limpia.

1.5.2.2. Operaciones unitarias

Una operación unitaria (OU), es un componente de un proceso de producción, que cumple una función específica, sin la cual el proceso no podría cumplir su función global³². En otras palabras cada una de las acciones necesarias de transporte, adecuación y transformación de las materias implicadas en un proceso.

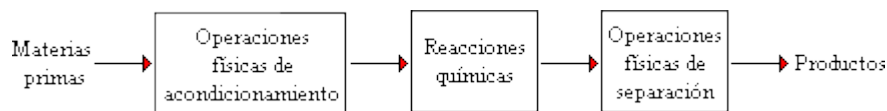
Por ejemplo, el proceso global de una planta depuradora de aguas residuales, incluye una mezcla tanto de procesos químicos (oxidación de

³² Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 35.

materia orgánica) como físicos (decantación de fangos); tal como se observa en la figura 4.

También es posible identificar las distintas acciones llevadas a cabo para el transporte adecuación y transformación de las sustancias implicadas en el mismo.

Figura 4. **Proceso global de una planta depuradora de aguas residuales**



Fuente: Centro Nacional de Producción más Limpia.

De igual forma, en el caso de un ingenio de azúcar, en donde se divide el proceso global, en las OU de: molienda, extracción, purificación del jugo, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación y secado (ver figura 5).

Figura 5. **Proceso global de un ingenio de azúcar**



Fuente: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles.

Cada operación unitaria, tendrá como objetivo el modificar las condiciones de una determinada cantidad de materia, para que esta resulte en productos. Dicho cambio puede darse únicamente en tres formas:

- Modificando su masa o composición (separación de fases, mezcla, reacción química).
- Modificando el nivel o calidad de la energía que posee (enfriamiento, vaporización, aumento de presión).
- Modificando sus condiciones de movimiento (aumentando o disminuyendo su velocidad o su dirección).

Es importante resaltar que en cada operación unitaria será importante identificar³³:

- Las entradas de cada operación unitaria (materias primas y otros insumos, incluyendo la energía disponible y utilizable).
- Las salidas de cada operación unitaria (productos, subproductos y otros insumos; incluyendo la energía disponible y utilizable).
- Las relaciones entradas/salidas entre operaciones unitarias.

1.5.2.3. Identificación de OU críticas

Una operación unitaria crítica en el presente contexto, es aquella que puede dar a lugar a residuos, pérdidas o desperdicios, ya sean ambientales, productivos o económicos.

³³ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 35.

Por ejemplo, en el caso de una embotelladora, que identifica la OU correspondiente a la limpieza de botellas, como crítica; al ver el consumo alto de energía y el costo que esta representa.

La información recopilada de las actividades precedentes es fundamental para evaluar las operaciones unitarias e identificar aquellas que pueden ser consideradas críticas. Para calificar una operación unitaria como crítica se deben tener en cuenta los siguientes criterios³⁴:

- Cantidad y costo equivalente en insumos de los desechos sólidos, líquidos o gaseosos generados por las operaciones unitarias, incluyendo el calor contenidos en los flujos de desechos.
- Tipos de desechos generados por las operaciones (tipos de desechos, residuos, entre otros).
- Costo del tratamiento o disposición de los desechos.
- Cantidad y costo de la energía consumida (energéticos).
- Requerimientos legales relacionados con los desechos.

1.5.3. Valoración

Una vez realizado el recorrido por la empresa, se tendrá que organizar la información recopilada y establecer indicadores que muestren los puntos críticos del proceso, los cuales podrán transformarse en las oportunidades de mejora a recomendar.

³⁴ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 27.

1.5.3.1. Identificación de ineficiencias en el uso de materia y energía

En la fase de valoración será de igual forma necesario identificar las causas que originan ineficiencias (pérdidas de insumos) y flujos contaminantes en las operaciones.

Por ejemplo, el caso de una empaquetadora en donde se ha identificado una fuga de agua (pérdida), por causa de descuidos de parte de los operarios.

Los principales factores donde normalmente radican los orígenes de ineficiencias y flujos contaminantes son³⁵:

- Calidad o las características de las materias primas e insumos
- La naturaleza del proceso (y/o de sus operaciones unitarias)
- Las características de los equipos de producción
- Los parámetros y las condiciones de operación de los equipos
- Las especificaciones del producto/servicio
- Los controles y supervisión de las operaciones
- La habilidad y motivación de los trabajadores

Dicha identificación permitirá conocer las ineficiencias, para posteriormente analizar las causas de las mismas, con el fin de priorizar aquellas que necesitan medidas correctivas inmediatas.

³⁵ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 28.

1.5.3.2. Determinación de prioridades

Posterior al análisis efectuado de las ineficiencias y operaciones unitarias críticas, se ha de proceder a establecer prioridades, con el fin de enfocar los aspectos a tratar por el programa de producción más limpia.

Por ejemplo, en el caso de una panadería que decide tomar como primera prioridad el costo relacionado con el consumo de energía de uno de sus procesos identificados como críticos. Dicho análisis, se visualiza en la tabla II.

Tabla II. **Identificación de operaciones críticas de una panadería**

OPERACIONES CRÍTICAS	ANÁLISIS DE CONSUMOS ANUALES	ANÁLISIS DE TOXICIDAD	REQUERIMIENTOS LEGALES	ANÁLISIS DE COSTOS	PRIORIDAD
	(KG, KW, M ²)	¿ES TÓXICO? (SI/NO)	¿EXISTEN REQUERIMIENTOS AMBIENTALES?	COSTO TOTAL	(ALTA, MEDIA, BAJA)
Residuos de harina en proceso 2	360 Kg	No	No	4 923	Media
Consumo de energía en proceso 4	9 936 Kw	No	No	19 872	Alta
...

Fuente: GERBER, Michael David; GERBER, Wagner; PEREIRA, Endrigo. *Produção mais limpa em padarias e confetarias*. p. 88.

Dicho análisis deberá tomar en cuenta³⁶:

- Origen, tipo, naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o de las ineficiencias en el uso o transformación de materias primas, agua, energía y otros insumos.
- Origen, tipo naturaleza, cantidad y costo de las pérdidas o ineficiencias en el manejo, envasado, almacenamiento y transporte, de los productos/servicios.
- Origen, tipo, naturaleza, cantidad y valor de los residuos, incluyendo el calor contenido en los flujos de desechos.
- Costo del tratamiento de los residuos y disposición de los desechos.
- Posibilidad de aplicar medidas efectivas de producción más limpia.

1.5.4. Balances

De igual forma es necesario elaborar el balance de materia y/o energía de las operaciones (procesos), para lo cual es importante considerar³⁷:

- Establecer la función, el mecanismo y los parámetros (tiempos, temperatura, presión, pH, y otros) de funcionamiento de cada operación unitaria.
- Observar, cuidadosamente, el funcionamiento de la operación bajo parámetros normales de operación, para entender el mecanismo operativo de la o las máquinas asociadas a dicha operación unitaria y las responsabilidades de los trabajadores.

³⁶ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 48.

³⁷ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 49.

- Medir las entradas de cada operación. La medición de materias de entrada incluyen: el consumo de materia prima, agua, energía y otros insumos. Las mediciones de energía térmica incluyen mediciones de flujo y temperatura de agua, vapor u otros fluidos térmicos que entran a la operación. Las mediciones de energía eléctrica se realizan en motores, resistencias o equipos que estén directamente relacionados con la misma.

Por ejemplo, en el caso de una compañía que se dedica a la elaboración de compotas para niños, sería necesario analizar los insumos necesarios por compota producida.

- Medir las salidas, incluyendo residuos y pérdidas cuantificables, de cada operación unitaria. La medición de materias de salida incluyen: la cantidad y tipo de productos y subproductos; la cantidad y características de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos (incluye flujos y calidad de residuos); y las mermas y pérdidas accidentales (por derrames y/o fugas).

Asimismo, medir el flujo y temperatura del agua, vapor, o fluidos térmicos que salen de la operación unitaria, incluyendo temperaturas y dimensiones de las superficies o tuberías que carecen de aislamiento térmico. En el caso de la compañía de compotas, adicional a los insumos, sería necesario analizar las emisiones y otros residuos producidos por compota.

- Combinar los datos sobre las entradas y las salidas de cada operación unitaria para obtener un balance preliminar de materiales y energía. Se debe identificar, verificar y corregir las diferencias o anomalías

encontradas en cada balance, y detallar con más cuidado los balances que involucren desechos peligrosos o de alto costo.

- Determinar, por diferencia entre entradas y salidas, las pérdidas no identificadas y, por ende, no cuantificadas como parte de las salidas.

1.5.4.1. Balance de energía

El balance de energía o balance energético es la cuantificación de las existencias y los flujos de energía. Este se basa en la aplicación del método entrada-salida, del estudio de la energía total (ET) que interviene en un proceso. La energía total es la cantidad de energía equivalente (directa o indirecta) que se suministra al proceso para la fabricación de un producto y que ha de ser medida en el lugar de producción³⁸.

Energía eléctrica: es la forma de energía más versátil y limpia, se la puede conducir a través de distancias muy grandes. Su utilidad principal es la generación de movimiento mecánico a través de motores de diferentes potencias; al igual que la iluminación artificial de ambientes.

Para poder realizar un balance energético de forma razonable de la energía eléctrica, será necesario cuantificar los consumos y flujos de cada equipo en cada una de las operaciones y procesos; es decir relacionar la cantidad de energía eléctrica que se consume (kilowatt) por producto/ servicio dado. De igual forma es importante considerar las siguientes definiciones³⁹:

³⁸ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 57.

³⁹ FLUKE Corporation. *¿Cómo medir el consumo de energía?*. p. 1-3.

- La potencia activa (kilowatt). Se mide normalmente en vatios, e indica la cantidad de energía que se consume en un segundo. Los vatios-hora describen el total de energía que se ha consumido a lo largo de un periodo de tiempo, tal como aparece en los registros mensuales del consumo de energía que realizan compañías eléctricas.

Los vatios-hora miden el trabajo real, como el de calefacción o ventilación de edificios, o el de desplazamiento de objetos y fluidos, entre otros.

- La demanda o potencia aparente (kilo voltamperios). Tiene en cuenta los requerimientos totales que el cliente demanda de la compañía eléctrica para que se proporcione la tensión y corriente, independientemente de la eficiencia de los equipos del cliente o de si estos realizan un trabajo real o útil.

Tensión X corriente = potencia aparente (kilo voltamperios (KVA))⁴⁰

- Factor de potencia. Si el circuito está trabajando con una eficiencia del 100 % (lo que rara vez ocurre), entonces la demanda o potencia aparente coincidirá con la medida de la potencia.

En la práctica, la potencia activa (KW) suele ser inferior a la demanda o potencia aparente (KVA). Al cociente de ambos valores (KW/KVA) se le llama factor de potencia (FP). En circuitos trifásicos resulta más

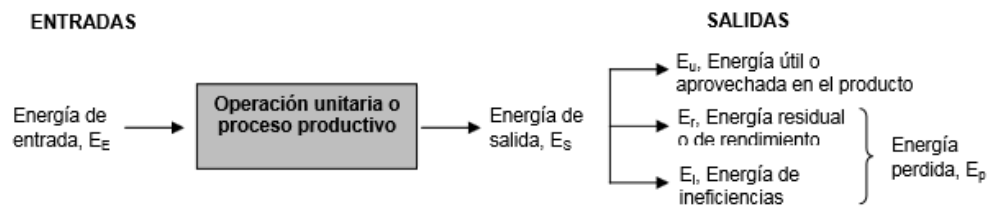
⁴⁰ Válido para un circuito monofásico simple, donde la carga permanece estable durante el tiempo que se tarda en tomar las dos medidas.

complicado medir la potencia o el consumo de energía, especialmente si tiene la intención de aumentar la eficiencia para reducir el consumo.

- **Potencia reactiva:** voltio-amperios reactivos (VAR) es un extraño tipo de flujo de corriente que no genera ningún trabajo, aunque está presente en su sistema de distribución eléctrica. Forma parte de la diferencia entre la potencia activa y la demanda o potencia aparente y por lo tanto contribuye a reducir el factor de potencia. Normalmente la potencia reactiva se produce debido a la inductancia de los motores, y es mayor cuando estos motores no trabajan a su máxima capacidad.

Considerando los elementos anteriormente descritos se puede llevar a cabo el balance correspondiente, tal como se establece en el balance de cargas genérico para una organización, en la figura 6.

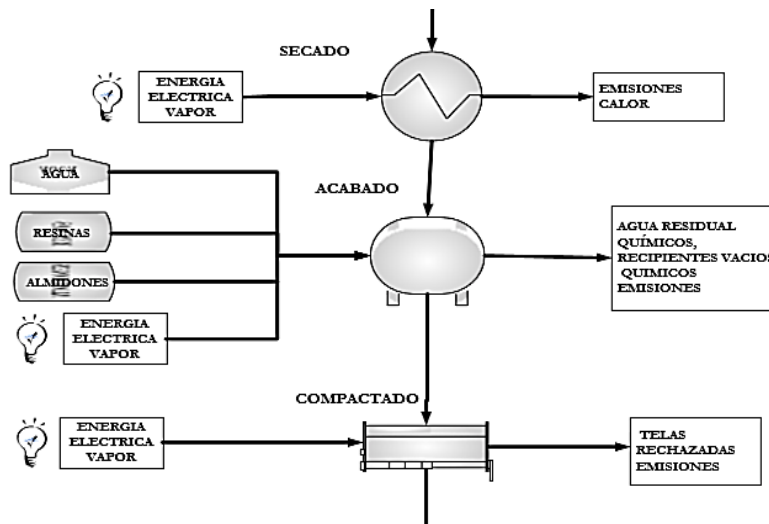
Figura 6. **Modelo de balance de cargas genérico**



Fuente: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles.

De igual forma, es posible ver los resultados de un balance realizado para un proceso de manufactura textil en la figura 7.

Figura 7. Balance de un proceso de manufactura textil



Fuente: Centro de Nacional de Producción más Limpia.

1.5.5. Cálculo de costos

Asimismo, se ha de realizar un cálculo de costos de los elementos de entrada (materias primas, agua, energía, productos auxiliares) y salidas (desechos, emisiones, entre otros) considerando⁴¹:

- Costos por tratamiento de desechos.
- Costos por tratamiento de emisiones.
- Costos por transporte, acomodamiento y disposición final de los residuos generados.
- Costos por pérdidas de materia prima (por ineficiencias).
- Costos por pérdidas de energía.

⁴¹ MAGALHÃES, Eveline. *Produção mais limpa: conceitos e definições metodológicas*. p. 6.

- Costos de posibles productos perdidos.
- Posibles costos por penalizaciones, sanciones, entre otras por posibles violaciones a las políticas ambientales establecidas.
- Costos de horas laborales no productivas (por mantenimiento, limpieza, entre otros).
- Costos por reciclamiento interno.
- Costos por ajustes en productos o servicios (por procesos pocos productivos).

1.5.6. Características de los procesos

Como se ha visto en los apartados anteriores, en la implementación de un programa de producción más limpia es fundamental el tener claridad en los procesos, conociendo sus características y detalles. Dicha información se obtiene recabando y poseyendo información concreta de los mismos. Al momento de recopilar información, es necesario tener en cuenta⁴²:

- Procesos realizados en la organización y en el sector.
- Equipos involucrados en los procesos.
- Datos relevantes de la producción, en un intervalo de al menos 12 meses.
- Uso y costo de las materias primas, agua, energía y otros insumos.
- Tipo, cantidad y origen de residuos, desechos y pérdidas.
- Operaciones y costo anual del tratamiento y disposición de desechos.
- Estudios de prevención de contaminación y eficiencia energética realizados en la empresa.

⁴² Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 46.

- Facilidades asociadas a actividades auxiliares como administración, talleres, entre otros.
- Detalle de infraestructura y equipos utilizados para el ingreso, almacenamiento y distribución de insumos, productos intermedios y finales.

1.5.7. Opciones de producción más limpia

Al contar con la información que ha permitido pre-evaluar y evaluar el estado actual de la organización, se inicia la búsqueda de medidas correctivas (u opciones de producción más limpia que mejor se adecuen a la organización, en base a las prioridades encontradas). Este proceso tendrá un mayor valor si se consideran las sugerencias de todos los miembros del equipo o comité de Producción más Limpia. Las soluciones o medidas a implementar se pueden evaluar teniendo en cuenta los aspectos detallados a continuación⁴³.

Como primera prioridad, se ha de buscar la optimización del uso de materias primas, agua y energía entre otros insumos. De igual manera, se busca sustituir materias primas u otros insumos cuyo uso sea peligroso para la salud del personal y/o el medio ambiente (incluyendo de ser necesario el reformular el producto (modificar el proceso) o alguna de sus características). Dicha prioridad se puede verse ejemplificada en la tabla 2, en donde se priorizaba el consumo de energía en una panadería.

Como segunda prioridad se busca reciclar, reutilizar y recuperar flujos de residuos, a fin de reducir pérdidas de insumos o productos. Esto al igual

⁴³ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 50-51.

impactará los costos unitarios de producción y costos de operación asociados al tratamiento final de desechos.

Como tercera prioridad (al agotar las dos anteriores), se podrá implementar un sistema destinado al tratamiento final de desechos.

1.5.8. Estudio de factibilidad

Es bueno analizar la factibilidad de las diferentes medidas y propuestas que pueden surgir durante las partes de análisis, con el fin de evaluar aquellas que serán parte del Programa de Producción más Limpia, teniendo en cuenta los datos económicos, técnicos y los posibles beneficios ambientales.

- Evaluación Técnica. El objetivo de esta evaluación es verificar la viabilidad técnica de implementar las modificaciones o cambios propuestos en las opciones de producción más limpia previamente acordadas por el comité. En esta será necesario tener en cuenta los siguientes aspectos operativos (producción):
 - Detallar los cambios técnicos vitales para implementar las opciones de producción más limpia, incluyendo el diseño de los cambios, especificando equipos, entre otros.
 - Determinar la factibilidad técnica de cada uno de los cambios, en términos de naturaleza, termodinámica, rendimiento, dimensiones, presión, temperatura, flujo, entre otros. de cada uno de estas.

- Disponibilidad o accesibilidad a tecnología (material, equipo, maquinaria), materias primas, agua, energía, espacios, logística, entre otros.
- Condicionantes o barreras que limitan la factibilidad técnica como políticas, legislaciones, aspectos culturales, financieros, entre otros.
- Asimismo, los aspectos ambientales que permitirán cuantificar los resultados esperados por la implementación del programa.

Cuantificar las reducciones (consumo de recursos, emisiones, entre otros.) comparando los balances actuales con los proyectados en base a las opciones de producción más limpia. Estas reducciones se han de expresar en términos de indicadores de desempeño relacionados con la eficiencia de materias primas, agua, energía y otros insumos; así como reciclaje, reúso y recuperación de residuos⁴⁴.

- Evaluación económica. En esta evaluación se pretende determinar la factibilidad económica de las opciones de producción más limpia propuestas por el comité. Aquí es importante tomar en cuenta las medidas a implementar, como una inversión (como se mencionaba anteriormente); analizándola bajo los siguientes criterios⁴⁵:

Periodo de retorno de la inversión (PR): aquí se analiza el tiempo (plazo) necesario para recuperar la inversión (I) realizada, tomando en cuenta un

⁴⁴ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 55.

⁴⁵ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 56-58.

ingreso neto (IN) en un periodo de un año. Este se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$PR = I/IN$$

Los resultados de este dato, pueden ser aceptables si el PR de la inversión no supera un plazo de 9 años.

Rentabilidad de la inversión (R): aquí se analiza el porcentaje resultante del ingreso neto (IN) de un primer periodo de tiempo (un año), respecto al monto de inversión. Este puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$R = IN/I \times 100 \%$$

Los resultados de este dato pueden ser aceptables si R no es menor al 12 %.

1.5.9. Implementación

Evaluada la factibilidad de las opciones de producción más limpia, se procede a elaborar un plan de acción para implementarlas, estableciendo metas realistas y concretas a alcanzar, determinando plazos e indicando formas de medirlas (indicadores) que permitan monitorearlas y evaluarlas. De igual forma detallar responsables de cada una de las actividades propuestas en el plan, así como un presupuesto del mismo.

Posteriormente se procede a ejecutar el plan de acción, tomando en cuenta de realizar monitoreo, dejando registros, evaluando las medidas y

actualizando constantemente el plan. También dejar informes que evidencien los resultados obtenidos con el mismo⁴⁶.

1.6. Métodos para evaluar la eficiencia productiva

Las diferentes actividades y procesos que son llevados dentro de una organización requieren de una evaluación constante que permita tener información realista, que apoye la implementación de medidas correctivas. Desde el contexto de producción más limpia la evaluación de la eficiencia productiva estará orientada en función de⁴⁷:

- Ineficiencias o pérdidas de agua, energía y otros insumos
- Desechos que causan problemas de procesamiento
- Desechos/residuos contaminantes
- Residuos que pueden ser utilizados

Para el análisis de los mismos se deben llevar a cabo observaciones, mediciones, registros y análisis bajo los criterios y consideraciones detallados en los apartados 1.5.2, 1.5.3 y 1.5.4 del presente documento.

De igual forma implementar una cultura de medición que permita la recolección y análisis sistemático de datos, que dé a lugar una evaluación cualitativa y cuantitativa de los diferentes procesos y operaciones en determinados periodos de tiempo. Dichas actividades, conocidas como acciones de monitoreo brindaran beneficios como⁴⁸:

⁴⁶ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 13.

⁴⁷ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 42.

⁴⁸ Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de PML para curtiembres*. p. 44.

- Mejoras al control del proceso e implementación de medidas correctivas que permitan el uso eficiente de los recursos.
- Información de los contenidos de las descargas, permitiendo la evaluación para el cumplimiento de las normas y políticas ambientales.
- Registros mensuales y anuales, permitiendo evaluación permanente de indicadores (como en el caso de programas de producción más limpia).
- Líneas de base que permitan la adecuación de planes de mejora organizacional.
- Evitar pérdidas e ineficiencias.
- Control del proceso de desechos y residuos.

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Análisis de la situación actual

A continuación se desarrollará el análisis de la situación actual del tema.

2.1.1. Definiendo una organización social no lucrativa

Acorde al Decreto 02-2003 de la Ley de Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo, se establece que son Organizaciones No Gubernamentales, las constituidas con intereses culturales, educativos, deportivos, con servicio social, de asistencia, beneficencia, promoción y desarrollo económico y social, sin fines de lucro. Las mismas, tendrán patrimonio propio proveniente de recursos nacionales o internacionales y personalidad jurídica propia. Sus finalidades estarán establecidas en su constitución, pero en ella deberán incluirse entre otras:

- Ser asociación sin fines de lucro y de beneficio social.
- Promover políticas de desarrollo de carácter social, económico, cultural y de ambiente.

2.1.2. Antecedentes

En 1966, misioneros religiosos provenientes de Venezuela, realizan una visita a la ciudad de Quetzaltenango con el fin de llevar a cabo campañas de evangelización. Estos se identifican con varias personas del lugar, con quienes deciden formar un grupo de enseñanza religiosa. El crecimiento de dicho grupo

y la iniciativa de sus miembros, originarían lo que años después, se conocería como Misión Familiar Cristiana Bethania (también conocido en la localidad como Iglesia Cristiana Familiar Bethania).

Con el paso del tiempo, el número de miembros se ha visto incrementado. En 1973, se construyen las primeras instalaciones de la Iglesia, con el fin de llevar a cabo reuniones dominicales y acoger a todos sus integrantes. Eventualmente, el mismo resulta insuficiente por lo que años después, con la colaboración económica de todos los miembros, se construye nuevas instalaciones en 1982; las que se encuentran ubicadas en la 19 av. 6-19 de la zona 3 de la ciudad de Quezaltenango, Guatemala.

Actualmente la Iglesia cuenta con más de 3 500 miembros, quienes además recibir enseñanzas religiosas, patrocinan diferentes proyectos humanitarios. Uno de ellos posee el nombre Sanando Naciones que se realiza dentro y fuera del país. Bajo este, se hacen campañas médicas, entrega de víveres y traslado de información evangelista. Otros proyectos realizan actividades de recaudación y entrega de víveres, becas a niños de bajos recursos, visitas a enfermos y ancianos; además de atención al público en general para proporcionarles consejería personal.

Es importante resaltar que parte de la labor que pretende la organización, es no solo de inculcar aspectos religiosos, sino de servir de medio que permita una formación integral en la sociedad quetzalteca; por lo cual con la ayuda económica de sus miembros, posee actualmente una estación de radio, canal de televisión por cable e institución educativa privada a nivel preprimario, primario, secundario y diversificado. Los mismos llevan a cabo sus actividades dentro de las mismas instalaciones de la Iglesia, contando de igual forma con

oficinas administrativas que permitan la correcta organización de cada una de ellas.

2.1.3. Estructuras administrativas

Dentro de la organización se reconoce a una junta directiva, encargada de marcar directrices a seguir y quien funge como la máxima autoridad de la institución. La misma se encuentra conformada por 8 miembros.

Seguido de esta, se encuentra un gerente general, quien funge como responsable de las acciones de todas las áreas y que además sirve de canal de comunicación entre ellas y la Junta Directiva. También se observa un pastor general quien al igual que el gerente, vela por la coordinación de las áreas y rinde cuentas de ellas, sirviendo como medio para implementación de medidas y canalización de iniciativas tanto de parte de las áreas, como de la Gerencia General.

También, se encuentran los encargados de cada una de las áreas, quienes rinden cuentas por sus equipos al pastor general y con quién mantienen una comunicación directa.

Los equipos de cada área, se encuentran claramente establecidos. El Colegio Génesis posee a su cargo personal docente, secretarias (entre las cuales se encuentran cargos de recepcionistas), personal de limpieza y orientación para el alumnado.

La Gerencia de Recursos Humanos posee personal que sirve de auxiliar (asistente); al igual que la Gerencia Financiera la cual posee un contador general y los auxiliares correspondientes.

Las áreas de Radio y Canal de televisión en su mayoría cuentan con personal dedicado a la transmisión correspondiente. De igual forma se cuenta con un área para retiros (Casa Génesis), que como personal fijo posee a un guardián quién también sirve de elemento de limpieza.

La Administración General, la cual vale la pena resaltar, sirve en muchas ocasiones como apoyo para las otras áreas, tiene a su cargo la seguridad de las instalaciones (guardianes), la limpieza en general y una pequeña librería que se encuentra abierta al público.

Cada una de estas funciones, se aprecia en la figura 8.

2.1.4. Áreas organizacionales

Como se ha mencionado anteriormente, Iglesia Cristiana Familiar Bethania está compuesta las siguientes áreas:

- Colegio Génesis: presta servicios de educación para niños y jóvenes de preprimaria, primaria, básicos y diversificado, en horarios de lunes a viernes, en jornada matutina. El mismo está conformado por unas 200 personas (alumnos, personal docente y administrativo). Cuenta con edificio propio anexo al de la Iglesia.
- Estéreo Génesis: presta servicios de comunicación por medio de frecuencia modulada (99,5 FM), los siete días de la semana, las 24 horas del día. Cuenta con programación en vivo en algunas horas de la mañana y tarde en días hábiles. Su alcance se encuentra dentro del área metropolitana de Quetzaltenango. El departamento está conformado por

tres personas quienes poseen un área dentro de las instalaciones de la Iglesia, las cuales comparten con el área de Televisión.

- Canal 28 de TV (Canal Génesis): presta el servicio de comunicación televisada, por medio de uno de los servicios de cable prestados en Quetzaltenango. Al igual que Estéreo Génesis, este transmite los siete días de la semana, las 24 horas del día; contando con programación en vivo únicamente los domingos por la mañana y noche.

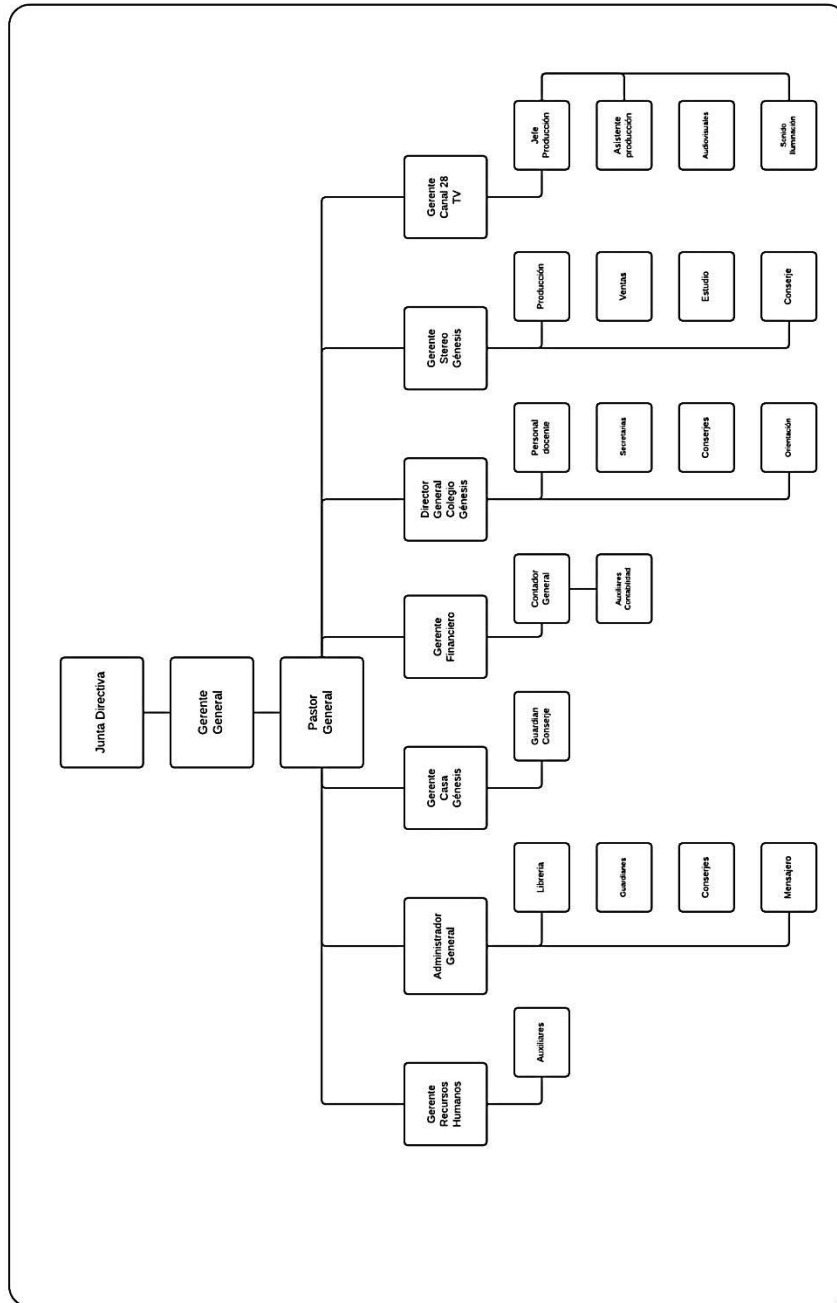
Su alcance, al igual se limita al área metropolitana de Quetzaltenango. el departamento está compuesto por cuatro personas, quienes poseen un área dentro de las instalaciones de la Iglesia, que como se menciona anteriormente, se comparte con el área de Radio.

- Casa Génesis: área verde destinada a retiros y otras actividades recreacionales para los miembros de la iglesia (igual alumnos del Colegio y Universidad). Esta se encuentra en las afueras del área metropolitana de Quetzaltenango, distante del de la Iglesia. Este departamento está compuesta por dos personas y posee visitas irregulares.
- Departamento de Recursos Humanos: encargado de las gestiones del personal de la organización (todas las áreas); este posee oficinas propias dentro de las instalaciones de la Iglesia. El mismo está compuesto por tres personas, quienes poseen horario administrativo (lunes a viernes 08:00 – 13:00 y 15:00 – 18:00).
- Departamento de Finanzas: encargado de las gestiones financieras de la organización (todas las áreas); al igual posee oficinas propias dentro de las instalaciones de la iglesia. Está compuesto por cuatro personas,

quienes poseen horario administrativo (lunes a viernes 08:00 – 13:00 y 15:00 – 18:00).

- Departamento de Administración General: encargado de la administración de diferentes recursos de la organización, vela al igual por la seguridad del personal y los miembros de la Iglesia (y sus diferentes áreas); estando a cargo de la limpieza del lugar. Administra al igual una librería, quien posee un encargado de ventas del lugar, esta posee al igual horario administrativo (lunes a viernes 08:00 – 13:00 y 15:00 – 18:00), de martes a viernes y los domingos (08:00 – 13:00). De igual forma el Departamento de Administración posee horario administrativo al igual que las otras áreas.

Figura 8. Organigrama por funciones de Iglesia Cristiana Familiar Bethania



Fuente: elaboración propia.

- Pastores en general: se cuenta con personal religioso quienes brindan apoyo a las personas (espiritual, emocional, entre otros). Actualmente son tres personas, quienes poseen oficinas dentro de las instalaciones de la Iglesia, en horario administrativo.

2.1.5. Principales beneficiarios

Los beneficiarios de Iglesia Cristiana Familiar Bethania son diversos; estos van desde personas que visitan la Iglesia esporádicamente, aquellos considerados miembros de la organización, hasta aquellos beneficiados por los proyectos humanitarios. Para fines del presente documento se tomará como principales beneficiados, una población aproximada de 3 000 miembros y al menos unos 200 niños y jóvenes alumnos del Colegio Génesis. Aquellos beneficiados por las transmisiones de radio y televisión, son en muchas ocasiones al igual miembros de la institución.

2.2. Evaluación de la infraestructura, maquinaria y equipo

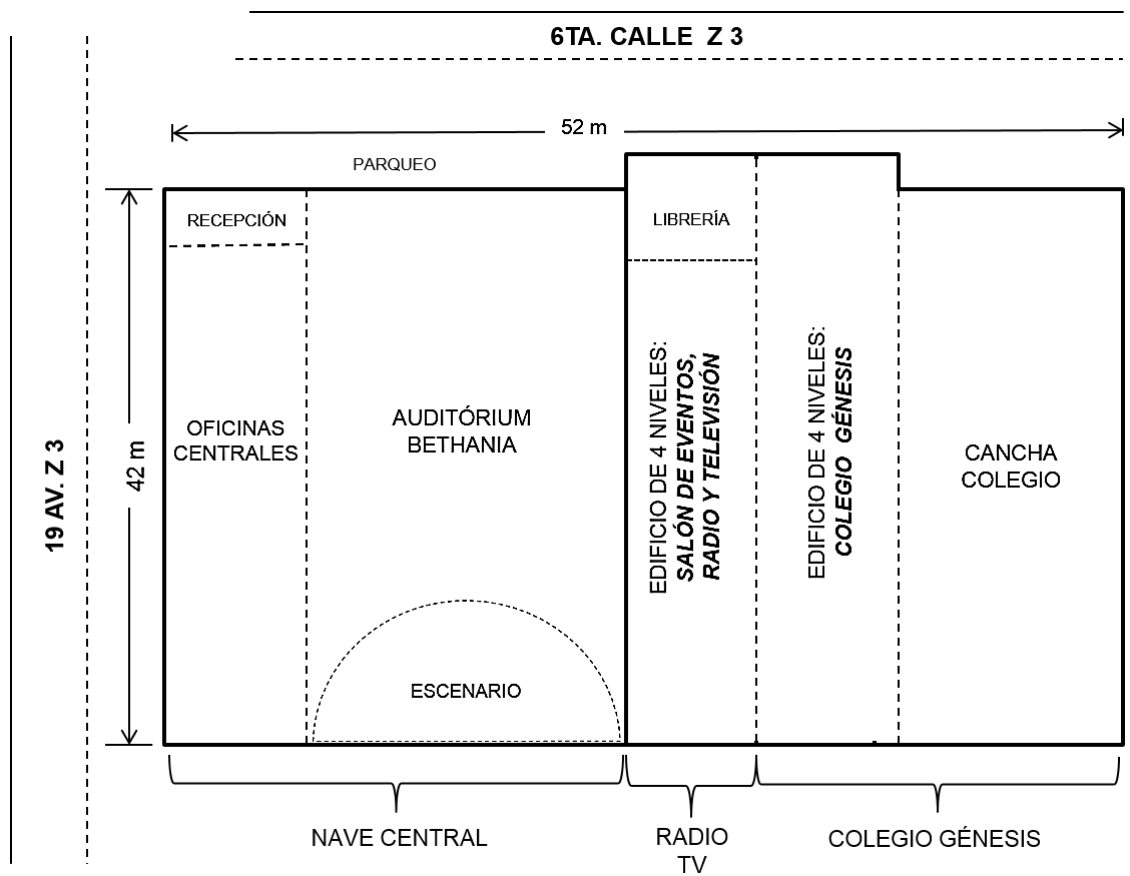
Antes de comenzar con el proyecto se hace una evaluación de la infraestructura, a la vez de la maquinaria y el equipo, para asegurarse de que todo esté en óptimas condiciones.

2.2.1. Detalle de edificios

La infraestructura de la organización, corresponde a un área de 2 184 m²; la cual se desglosa en varias secciones, para seguir los requerimientos de las diversas áreas de la institución. Con el fin de una mayor claridad de las mismas, el presente documento las agrupará en tres: Nave Central (o Auditorium),

Colegio Génesis y el área de Radio y Televisión. Estas son representadas en la figura 9.

Figura 9. **Vista en planta del edificio Iglesia Cristiana Familiar Bethania**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Visio.

2.2.1.1. Nave Central (Auditórium)

Esta sección del edificio incluye el auditórium, oficinas administrativas, recepción y librería.

- Auditórium: posee un área de 1 024 m², diseñada para recibir unas 1 500 personas. La misma se utiliza para las reuniones religiosas, que tienen lugar los domingos y algunas veces entre semana.

La parte del Auditórium está compuesta por paredes laterales de *block*; así como una parte frontal de vidrio o ventanales de vidrio de 1,5 mts de alto, incluyendo puertas de vidrio, las cuales se encuentran protegidas por persianas de hierro. De igual forma, posee un techo de lámina, del tipo dos aguas, el cual se encuentra soportado sobre una estructura metálica, que posee cielo falso.

En la parte del Auditórium, se encuentra un escenario compuesto por una tarima de madera alfombrada y estructura metálica para soporte de luces (ver figura 9). Este conecta a dos edificios gemelos por puertas de vidrios por la parte derecha y gradas en la parte izquierda para subir a las oficinas administrativas. También cuenta con un área de baños generales la cual incluye: 24 inodoros, 6 mingitorios y 10 lavamanos.

- Oficinas administrativas: se cuenta con un total de 10 oficinas en donde se llevan a cabo distintas operaciones administrativas que van desde lo contable hasta atención personalizada al público. El área posee sus propios baños, los que incluyen dos inodoros y dos lavamanos (ver figura 9).

- Recepción: área específica para la atención al público en general, anexo a la parte del auditorium (ver figura 9).
- Librería: área ubicada estratégicamente para la comercialización de libros, grabaciones, material propio de la misión y otros; este se encuentra en la parte inferior del I edificio anexo – sección de radio y TV (ver figura 9).

2.2.1.2. Colegio Génesis

Se encuentra ubicada en el segundo edificio anexo a la nave central, con un área de 400 mts², cuenta con 4 niveles para desarrollar sus diferentes actividades. Está construido de *block* y columnas de concreto. Cuenta con pasillos en cada uno de los niveles y gradas para su movilidad.

Con capacidad para atender hasta 400 personas, dentro del mismo se encuentran hasta 29 ambientes de trabajo (oficinas y aulas). Cada uno de estos cuenta con dos ventanas de 2 x 1,5 mts. También un área de baños compuesto por 10 inodoros, dos mingitorios y cuatro lavamanos. De igual forma con una cancha para la recreación del alumnado (ver figura 9).

2.2.1.3. Radio y TV

Primer edificio anexo a la Nave Central, posee características similares al del Colegio Génesis, conectando con este por medio de las gradas. Cuenta con su propio baño, compuesto de un inodoro y un lavamanos. El área de Radio y TV, se divide en las secciones de: cabina de grabación de radio, cabina de transmisión de radio, el área de producción, grabación, edición y transmisión de TV; así como oficinas para trámites propios del área.

También se encuentra dentro de este, un salón de usos múltiples. Como se ha mencionado anteriormente, en su planta baja se encuentra la parte de librería (ver figura 9).

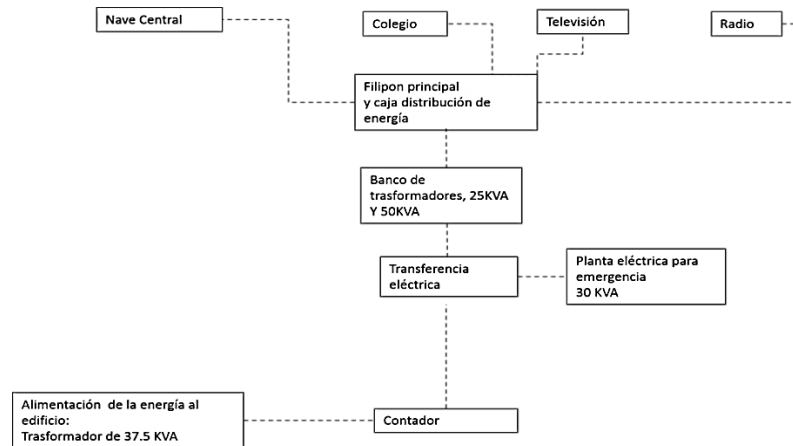
2.2.2. Capacidad instalada (eléctrica)

Actualmente el edificio total cuenta con el siguiente equipo que le proporciona su capacidad eléctrica.

- Un transformador con capacidad de 37,5 KVA y un banco de transformadores que elevan la misma a 50 KVA.
- Una planta eléctrica con capacidad de 30 KVA.

Asimismo, la infraestructura posee de dos líneas principales de 110 V cada una, lo que le permiten 220 V. Estas actualmente poseen la siguiente tensión, en su carga máxima de uso. Tensión Línea 1: 80 amperios. Tensión línea 2: 110 amperios. Estos permiten un flujo de energía, el cual se canaliza hacia la Nave Central (Auditórium), Colegio Génesis, así como la Radio y TV (ver figura 10).

Figura 10. Diagrama del flujo de la corriente eléctrica



Fuente: elaboración propia.

2.3. Prevaloración del consumo eléctrico

Es una cotización aproximada del consumo eléctrico, que pueda generar el proyecto.

2.3.1. Actividades por departamentos

Se analizarán los procesos de los departamentos, siguiendo la división previamente estipulada para el análisis de la infraestructura.

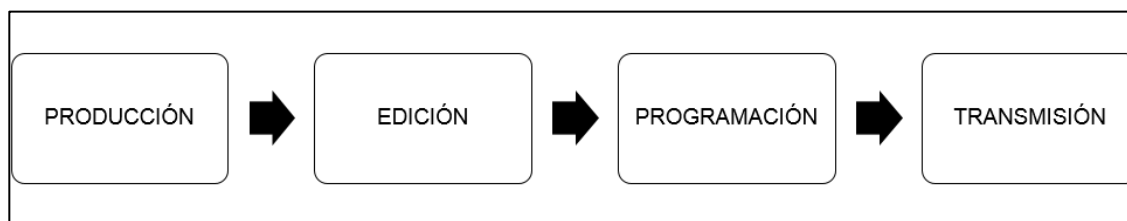
2.3.1.1. Radio y Televisión

Actividades Radio y TV. El proceso de transmisión de radio y televisión se encuentra compuesto de las operaciones de: producción, edición, programación y la transmisión como tal.

En la producción se llevan a cabo tareas como el análisis de contenidos a transmitir, recopilación de información, grabaciones, grabaciones de anuncios entre otras las cuales son editadas posteriormente en el proceso de edición.

En la parte de programación, cada uno de los elementos editados, son recopilados y ordenados para ser reproducidos automáticamente durante la transmisión al público. Este proceso se aprecia en la figura 1.

Figura 11. **Proceso de transmisión de radio y televisión**



Fuente: elaboración propia.

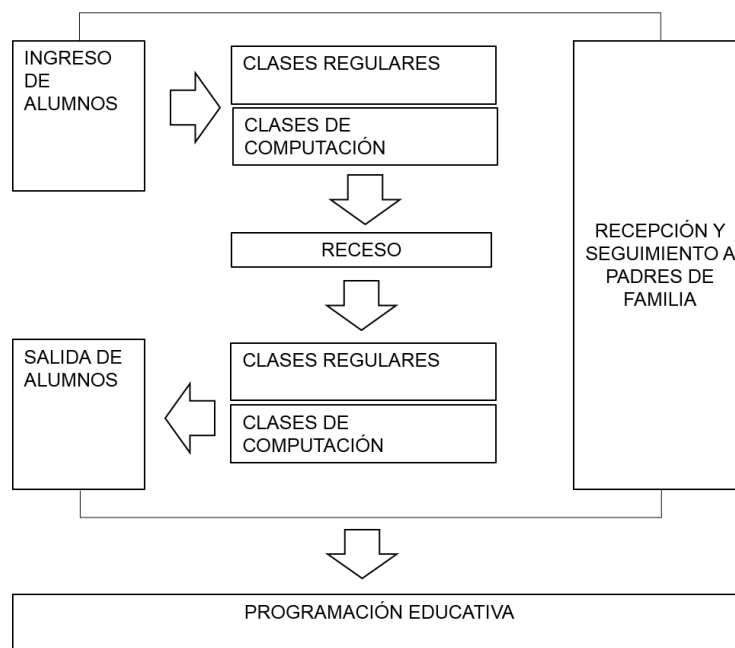
2.3.1.2. Colegio Génesis

Los procesos que se llevan a cabo dentro del Colegio Génesis, están meramente relacionados con la educación, al llevar sus actividades administrativas, contables y financieras a través del Departamento de Finanzas de la misión. Estas operaciones incluyen clases regulares, clases de computación y programación educativa. Las clases regulares tienen lugar dentro de las aulas del colegio. Las clases de computación se realizan simultáneamente a las clases regulares en un laboratorio especial.

En la programación educativa se realizan actividades como planificación semanal de los estudiantes, reuniones de catedráticos, seguimiento a

requerimientos del Ministerio de Educación, entre otras. En todas estas operaciones se cuenta con un receso para los alumnos. De igual forma, se brinda atención y seguimiento a padres de familia simultáneamente a las clases.

Figura 12. **Procesos Colegio Génesis**



Fuente: elaboración propia.

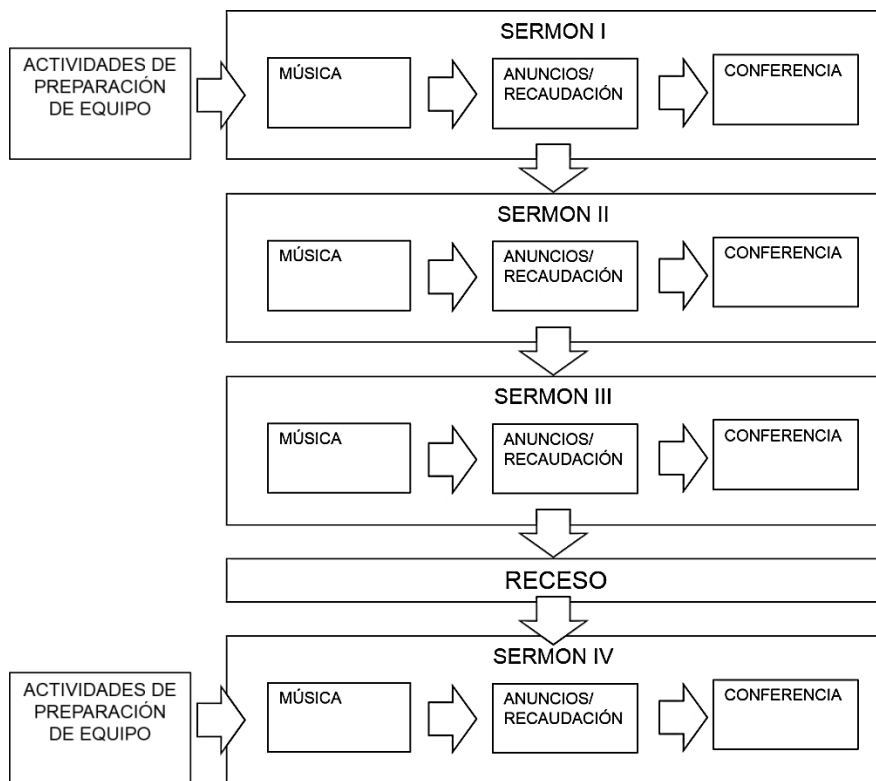
2.3.1.3. **Auditórium (Nave Central)**

Los procesos que se llevan a cabo en la nave central son los siguientes:

Sermones. Durante el proceso de sermón se tienen espacios para música, anuncios y recolección (monetaria) y una conferencia (religiosa). Este proceso se repite cuatro veces los domingos y se da de la misma manera entre semana,

según disposiciones del pastor general (por algún evento especial). Es importante notar que durante los tres primeros sermones no se cuenta con un intermedio entre los mismos. El proceso de sermones religiosos se observa en el la figura 13.

Figura 13. **Proceso de sermones religiosos**



Fuente: elaboración propia.

Actividades administrativo – financieras. En estas actividades se incluyen operaciones contables y financieras, programación religiosa, programación de eventos, compras y coordinación con iglesias asociadas. En las operaciones contables y financieras se le da el seguimiento a la contabilidad y finanzas de todas las áreas de la misión (iglesia, librería, radio y TV y Colegio Génesis).

En la programación religiosa se lleva a cabo la planificación y coordinación de los diferentes sermones y actividades religiosas. En la programación de eventos se realiza la coordinación y planificación de eventos, en donde se utilizará tanto el auditorium como el salón de usos múltiples (bodas, aniversarios, entre otros).

En la parte de compras se planifica, coordina y realizan las compras demandadas por las actividades y los departamentos de la misión. En la parte de coordinación con iglesias asociadas, se realiza la planificación de las actividades a realizar en conjunto con la misión y sus diferentes iglesias, así como la retroalimentación de los diferentes eventos que ocurren en ellas.

Figura 14. **Operaciones administrativo - financieras**



Fuente: elaboración propia.

Actividades de atención al público. En estas actividades se incluyen operaciones como: recepción de personas, ayuda humanitaria y consultas religiosas.

La recepción de personas se encargará de filtrar a las personas que llegan y direccionarlas para ayuda humanitaria (en donde podrán ser parte de diversos proyectos) o consultas religiosas (en donde los pastores realizan un seguimiento meramente religioso).

Figura 15. **Actividades de atención al público**

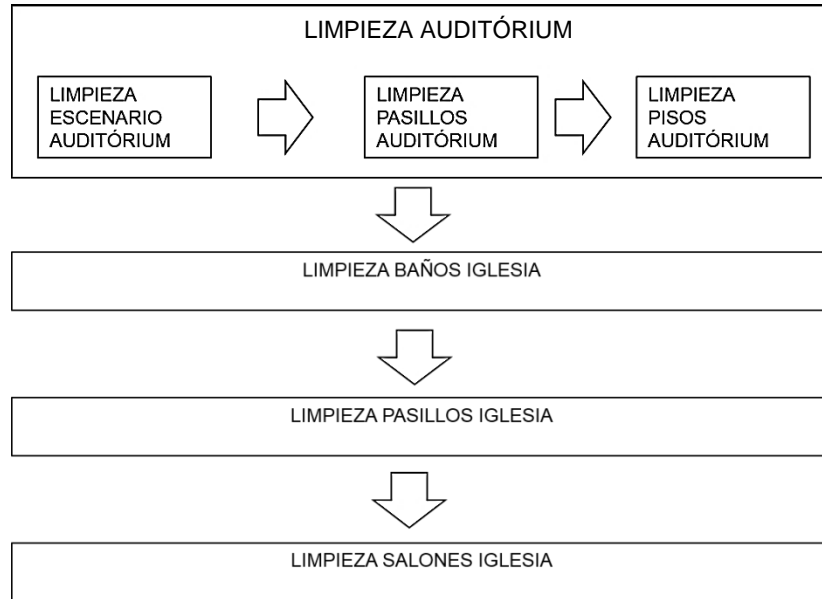


Fuente: elaboración propia.

Actividades de limpieza especial de Auditorium. Aquí se llevan a cabo actividades, con el fin de brindar una limpieza general del auditorium. Este proceso tiene operaciones como limpieza general de los escenarios, pasillos, salones baños, entre otros.

Las mismas tienen lugar los sábados durante 4 horas. Esta actividad se realiza a manera de preparación del área para el proceso de sermones previamente descrito.

Figura 16. Limpieza especial del Auditorium

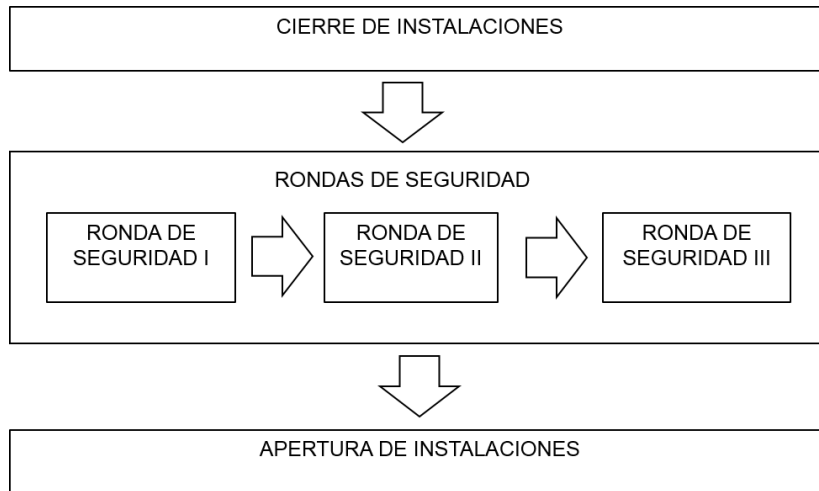


Fuente: elaboración propia.

Actividades de guardianía nocturna. En estas actividades se incluyen operaciones como el cierre y apertura de las instalaciones de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania; además de una serie de rondas en donde se realiza la vigilancia correspondiente de la infraestructura.

Estas actividades tienen lugar todos los días, en una jornada nocturna de aproximadamente 11 horas.

Figura 17. **Actividades de guardianía nocturna**



Fuente: elaboración propia.

2.3.2. **Equipo por departamento**

De igual forma, es necesario contar con equipo para llevar a cabo los procesos anteriormente detallados. El mismo será igualmente analizado por área.

2.3.2.1. **Radio y Televisión**

A nivel de radio y televisión, se cuenta con diferente equipo eléctrico para llevar los procesos detallados en la figura 11. El inventario de los mismos se observa en la tabla III.

Tomar en cuenta que se analiza el estado de los mismos y se califica como "Aceptable", aquel equipo que no presenta fallas visibles, no da lugar a riesgos para el personal y consecuentemente no requiere de un cambio

inmediato; por mejora aquel equipo que a pesar de no estar presentando fallas, puede constituir un riesgo para el personal (por ejemplo que posee algún desperfecto que puede dar lugar a algún accidente); y “No Aceptable” aquel equipo que presenta fallas, no está siendo de utilidad en los procesos y además está dando a lugar riesgos para el personal.

Tabla III. **Inventario del equipo – área Radio y Televisión**

ÁREA	SECCIÓN	RECURSO	CANT.	POT. NOM.	ESTADO
Radio	Cabina de Grabación	Consola análoga (DINAMAV)	1	400	Aceptable
		Amplificador (Pasivo)	1	800	Aceptable
		Computadora escritorio	1	600	Aceptable
		Monitor	1	40	Aceptable
		Generador estéreo	1	600	Aceptable
		Trasmisor (excitador)	1	800	Aceptable
	Cabina de Trasmisión	Computadora MIC	1	600	Aceptable
		Preamplificador	1	600	Aceptable
	Oficinas	Computadora escritorio	1	350	Aceptable
Dispensador de agua		1	600	Aceptable	
TV	Producción	Cámara Sony HDV Modelo HVR-Z1N	2	25	Aceptable
		Cámara Panasonic Modelo AGDVC30P	1	20	Aceptable
		Grúa de metal motor Turret PT24	1	500	Aceptable
		Monitor de Grúa Varizoon 9"	1	50	Aceptable
		Rack de monitores Marshall Modelo V-R44P	1	500	Aceptable
		Switcher Panasonic Modelo AG-MX70P	1	70	Aceptable
		Monitor de Grúa Varizoon 9"	4	40	Aceptable

Continuación de la tabla III.

	Producción	Monitor Panasonic LCD MOD. TC-L32C22X	1	94	Aceptable
		Consola de audio Marca Allen & Heath	1	40	Aceptable
	Grabación y Edición	Grabadora Sony HDMI MOD. HVR-M25AN	1	13	Aceptable
		Grabadora DVD SONY MOD.VRD-MC5	1	250	Aceptable
		Computadora MAC	1	600	Aceptable
		Monitor MAC	1	250	Aceptable
		Computadora PC	2	450	Aceptable
		Monitor Samsung	4	200	Aceptable
		Duplicadoras de DVD/CD	2	1 200	Aceptable
		Tituladora VIDIONICS	1	16	Aceptable
	Trasmisión	Unidad de control remoto Panasonic Modelo AGDVC30P	2	55	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.2. Colegio Génesis

De igual forma se realiza un inventario del equipo eléctrico del Colegio Génesis, analizando el estado de los mismos bajo los mismos criterios de Aceptable, Por Mejorar y No Aceptable, detallados en el apartado 2.3.2.1. Los resultados se aprecian en la tabla IV.

Tabla IV. **Inventario del equipo – área Colegio Génesis**

ÁREA	SECCIÓN	RECURSO	CANT.	POT. NOM.	ESTADO
Colegio Génesis	Laboratorio de Computación	Computadoras escritorio	36	360	Aceptable
		Proyector	1	500	Aceptable
		Pantalla Virtual	1	300	Aceptable
	Cocina	Estufa eléctrica cuatro hornillas	1	4 000	Por Mejorar
		Microondas	3	1 200	Aceptable
		Cafetera 100 tazas	4	1 500	Aceptable
		Cafetera 25 tazas	1	750	Aceptable
	Oficinas	Computadoras escritorio	8	360	Aceptable
		Calentador ambiental	1	1 500	Aceptable
		Impresora	4	75	Aceptable
		Dispensador de agua	1	400	Aceptable
	Recepción	Computadora	1	360	Aceptable
		Fotocopiadora	1	600	Aceptable
		Impresora	1	75	Aceptable
	Biblioteca	Cafetera de 50 tazas	1	1 500	Aceptable
		Computadora de escritorio	1	360	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

2.3.2.3. Nave Central (Auditórium)

De la misma forma se analiza el equipo utilizado en la Nave Central (Auditórium), siguiendo los lineamientos del apartado 2.3.2.1. y 2.3.2.2. El inventario del equipo se aprecia en la tabla VI.

Tabla V. **Inventario del equipo – área Nave Central (Auditórium)**

ÁREA	SECCIÓN	RECURSO	CANT.	POT. NOM.	ESTADO
Nave Central	Auditórium	Consola de sonido	1	435	Aceptable
		Procesadores de consola	6	25	Aceptable
		Reguladores de corriente	3	1 650	Aceptable
		Computadora	1	360	Aceptable
		Ventilador de piso	1	125	Aceptable
		Consola de pantallas	1	18	Aceptable
		Computadora de pantallas	1	360	Aceptable
		Computadora de luces auditórium	1	360	Aceptable
		Consola de luces	1	55	Aceptable
		Televisores de pasillos	6	360	Aceptable
		Ventiladores de techo	6	65	Aceptable
		Bocinas para audiencia	8	450	Aceptable
		Poderes	2	1 200	Aceptable
		Bajos	4	1 200	Aceptable
		Bocinas laterales	4	400	Aceptable
		Amplificador de bajo	1	800	Aceptable
		Computadora escritorio	1	360	Aceptable
		Pulidora de piso	1	3 000	Aceptable
		Bomba de agua	1	400	Aceptable
	Oficinas	Computadoras escritorio	10	360	Aceptable
		Impresoras	4	75	Aceptable
		Calentador ambiental	2	1 500	Aceptable

Continuación de la tabla V.

	Recepción	Computadoras escritorio	2	360	Aceptable
		Fotocopiadora	1	600	Aceptable
		impresora	1	75	Aceptable
	Sala reuniones	Refrigeradora	1	250	Aceptable
		Microondas	1	1 200	Aceptable
		Televisor	1	360	Aceptable
		Dispensador de agua	1	1 160	Aceptable
		Cafetera	1	750	Aceptable
	Salón eventos	Televisores	4	360	Aceptable
	Baños salón	Extractores de aire	2	1 000	Aceptable
	Cocina	Cafeteras	3	1 500	Aceptable
		Enfriador	1	400	Aceptable
		Dispensador de agua	1	600	Aceptable
	Librería	Computadora escritorio	1	360	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Iluminación

También se analiza la iluminación de las áreas descritas y se realiza un inventario de lámparas y bombillas; así como el estado de las mismas bajo los criterios descritos en el apartado 2.3.2.1.

2.3.3.1. Radio y Televisión

La tabla VI, es un listado de lámparas utilizadas en la parte de Radio y Televisión.

Tabla VI. **Inventario de lámparas – área de Radio y Televisión**

ÁREA	SECCIÓN	TIPO	CANT.	(W)	ESTADO
TV	Producción	Ojos de buey	10	40	3 No Aceptable 7 Aceptable
		Lámparas de balastro 2 x 20	6	20	No Aceptable
		Luces Frías	2	440	Aceptable
		Luces Fresneles (1 000/UNA)	2	1 000	Aceptable
		Luces Fresneles (500/UNA)	5	500	Aceptable
	Grabación y Edición	Ojos de buey	8	40	Aceptable
		Lámparas de balastro 2 x 20	4	20	No Aceptable
		Trasmisión	Lámparas de balastro 2 x 20	2	20
Radio	Cabina de Trasmisión	Ojo de buey	7	40	Aceptable
		Lámpara de balastro 2 x 20	2	40	Aceptable
	Cabina de grabación	Lámpara de balastro 2 x 20	2	40	No Aceptable
	Oficinas	Lámpara de balastro 2 x 20	4	40	Aceptable
	Pasillo	Lámpara de balastro 2 x 20	4	40	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.2. Colegio Génesis

La tabla VII, es un inventario de lámparas realizado para el Colegio Génesis.

Tabla VII. **Inventario de lámparas – área Colegio Génesis**

ÁREA	SECCIÓN	TIPO	CANT.	(W)	ESTADO
Colegio Génesis	Aulas	Lámpara de balastro 2 x 20	44	20	Aceptable
		Lámpara de balastro 2 x 40	32	40	Aceptable
	Pasillos	Reflectores	1	150	Aceptable
		Lámpara de bombilla incandescente	21	100	Aceptable
	Oficinas	Lámpara de balastro 2 x 40	5	40	Aceptable
	Recepción	Lámpara de bombilla incandescente	2	100	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.3. Nave Central (Auditórium)

De igual forma, la tabla VIII es un inventario de lámparas realizado para la Nave Central (Auditórium).

Tabla VIII. **Inventario de lámparas – área Nave Central (Auditórium)**

ÁREA	SECCIÓN	TIPO	CANT.	(W)	ESTADO
Nave Central	Auditórium	Lámpara de balastro 2 x 40	40	80	No Aceptable
		Reflectores de patio	90	150	Aceptable
		Luces de escenario	4	1 000	Aceptable

Continuación de la tabla VIII.

Nave Central	Auditórium	Luces de escenario	5	500	Aceptable
		Ojos de buey	20	40	Aceptable
		Ojos de buey	5	15	Aceptable
		Lámparas de pared	12	25	Aceptable
		Luces de salida de emergencia	5	40	Aceptable
		Luces inteligentes	6	250	Aceptable
		Luces Roboscan	6	251	Aceptable
		Luces Led	6	60	Aceptable
		Barras led	6	110	Aceptable
	Oficinas	Lámpara de balastro 2 x 20	26	40	Por Mejorar
		Lámpara de balastro 2 x 40	5	80	Por Mejorar
	Recepción	Ojos de buey	6	40	Aceptable
	Salón eventos	Lámparas de balastro 2 x 40	12	80	Por Mejorar
		Lámparas de balastro 2 x 20	4	40	Por Mejorar
		Reflectores	4	500	Aceptable
	Librería	Ojos de buey	23	40	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.4. Iluminación natural

Asimismo, se realiza un análisis de las fuentes de luz natural por ambientes y áreas, los resultados se aprecian en la tabla IX.

Tabla IX. **Inventario fuentes de iluminación natural**

ÁREA	SECCIÓN	ILUMINACIÓN NATURAL
Televisión	Producción	No posee
	Grabación y Edición	2 ventanas
	Trasmisión	No posee
Radio	Cabina de Trasmisión	2 ventanas
	Cabina de grabación	No posee
	Oficinas	1 ventana
	Pasillo	No posee
Nave Central	Auditórium	12 ventanas polarizadas
	Auditórium (parte frontal)	Área completamente de vidrio
	Oficinas	Ventanas en todas
	Recepción	Parte frontal completamente de vidrio
	Salón eventos	6 ventanas grandes
	Librería	Parte frontal completamente de vidrio
Colegio Génesis	Aulas	2 ventanas por aula
	Oficinas	2 ventanas por aula
	Recepción	No posee
	Pasillo	No posee

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.5. Iluminación parte externa

También la iluminación que se realiza para la parte externa del edificio y que incurre en consumo eléctrico para la organización.

Tabla X. **Inventario de lámparas – parte externa del edificio**

ÁREA	SECCIÓN	TIPO	CANT.	(W)	ESTADO
Nave Central (parte externa)	Parqueo de Vehículos	Reflectores	24	75	Aceptable

Fuente: elaboración propia.

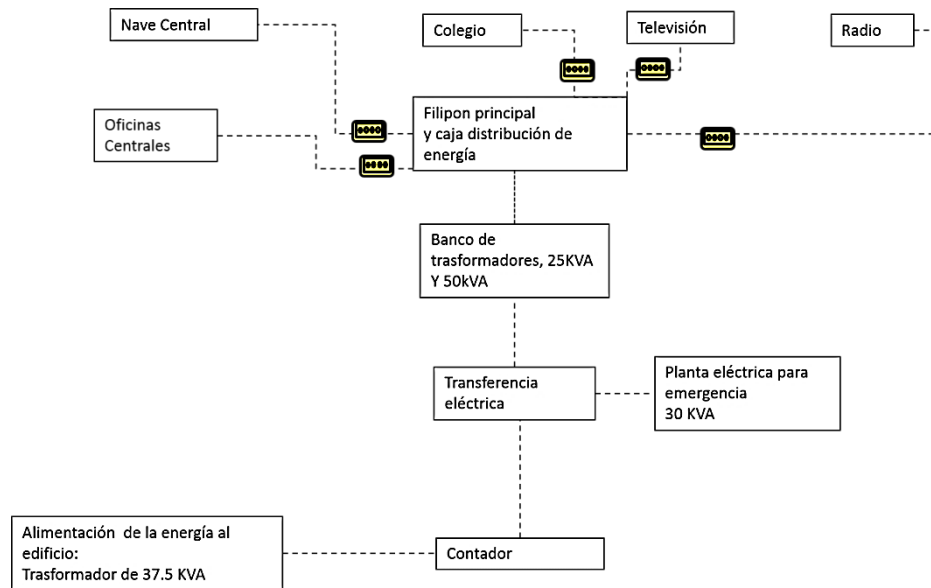
2.4. Valorización del consumo eléctrico

Se muestra el valor del consumo de la maquinaria utilizada.

2.4.1. Instalación de monitores

Como se mencionaba en el apartado 2.2.2, el flujo de la corriente eléctrica interna de la infraestructura de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, depende de una caja principal, la cual la distribuye distintas áreas. Un más apropiado monitoreo o control de la corriente, se puede llevar acabo por medio de monitores por estación, que permitan visualizar datos de consumo por áreas. Dichos monitores se han instalado en puntos clave por área, tal como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Diagrama instalación propuesta de monitores



Fuente: elaboración propia.

2.4.2. Requerimientos de energía eléctrica por departamento

Se realiza una proyección del consumo eléctrico para cada área, con base en el inventario del equipo y potencia requerida por los mismos.

2.4.2.1. Radio y Televisión

El área de Radio y Televisión proyecta un requerimiento eléctrico de 80 559 W, con base en el inventario de equipo e iluminación (ver tabla XI).

Tabla XI. **Resumen de requerimientos en el área de Radio y Televisión**

ÁREA	RECURSO ELÉCTRICO	POT. TOTAL (W)
Radio	Equipo	21 315
	Iluminación	3 720
Televisión	Equipo	26 323
	Iluminación	29 201
Total		80 559

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.2. Colegio Génesis

El área del Colegio Génesis proyecta un requerimiento eléctrico de 40 895 W, con base en el inventario de equipo eléctrico e iluminación (ver tabla XII).

Tabla XII. **Resumen de requerimientos en el área de Colegio Génesis**

ÁREA	RECURSO ELÉCTRICO	POT. TOTAL (W)
Colegio Génesis	Equipo	36 085
	Iluminación	4 810
Total		40 895

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.3. Nave Central (Auditórium)

El área de la Nave Central (Auditórium) proyecta un requerimiento de 82 359 W, según el inventario de equipo e iluminación realizada (ver tabla XIII).

Tabla XIII. **Resumen de requerimientos en el área de Nave Central (Auditórium)**

ÁREA	RECURSO ELÉCTRICO	POT. TOTAL (W)
Nave Central (Auditórium)	Equipo	47 638
	Iluminación	32 921
	Iluminación (parte externa)	1 800
Total		82 359

Fuente: elaboración propia.

2.4.2.4. Resumen general requerimientos por áreas

Se agrupan las proyecciones realizadas por áreas, a manera de resumen. Dichos datos se visualizan en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Resumen de requerimientos generales de energía eléctrica por áreas**

ÁREA	POTENCIA TOTAL (W)
2. Nave Central (Auditórium)	80 559
3. Colegio	40 895
4. Radio	6 850
5. Televisión	13 213
6. Auditórium (parte externa)	1 800
POTENCIA TOTAL (W)	143 317

Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Uso de energía eléctrica durante los procesos

Se procede a realizar mediciones del consumo de energía eléctrica en los diferentes procesos, descritos en el apartado 2.3.1. Los resultados se agrupan por área en la tabla XV.

Como se observa el consumo total equivale a 37 125,66 W, *versus* a los 143 317 W, que en algún momento se pudieran requerir por la organización, según datos de la tabla XIV.

Esto indica que el consumo real durante los procesos es solamente un 26 % de los watts requeridos⁴⁹.

Tabla XV. **Consumo de energía durante los procesos por área**

ÁREA	AMPERIOS LÍNEA 1	AMPERIOS LÍNEA 2	POTENCIA WATTS	% DEL TOTAL
2. NAVE CENTRAL (AUDITÓRIUM)	79,7	69,4	17 226,2	46,40 %
3. COLEGIO	57,9	50	12 466,4	33,58 %
4. RADIO	14,8	11,1	2 993,3	8,06 %
5. TELEVISIÓN	12	10	2 542	6,85 %
6. AUDITÓRIUM (PARTE EXTERNA)	16,36	0	1 897,76	5,11 %
Totales	180,76	140,5	37 125,66	

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, se procede a realizar un cálculo del consumo en kilowatt por área. Los datos se visualizan en la tabla XVI.

⁴⁹ Es importante considerar que muchos de los procesos no se llevan de manera simultánea y en algunas ocasiones no se hace uso de todo el equipo durante los mismos, lo que justifica la relación entre los watts requeridos *versus* los watts consumidos.

Tabla XVI. **Consumo de energía mensual en kilowatt por área**

ÁREA	CONSUMO POR MES (KW)
AUDITÓRIUM	1 058
OFICINAS	2 072
COLEGIO	2 389
RADIO	815
TELEVISIÓN	710

Fuente: elaboración propia.

2.5. Balance de energía eléctrica

Se lleva un balance del consumo de la energía eléctrica de toda la maquinaria utilizada en el proyecto.

2.5.1. Principales salidas y entradas

Se lleva control de las entradas y las salidas principales para llevarse a cabo el balance de la energía para la maquinaria utilizada en ese tiempo.

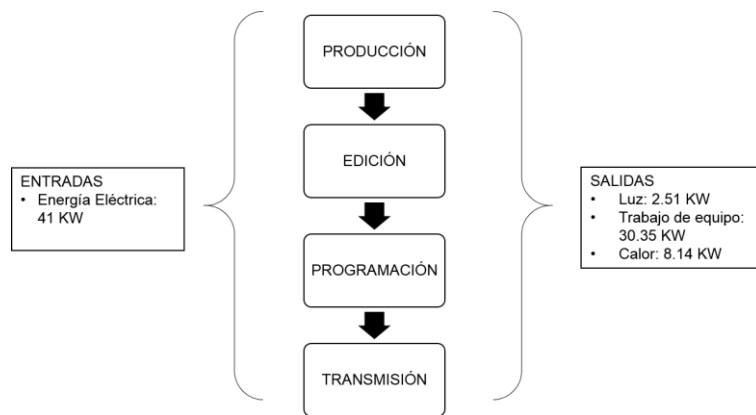
2.5.1.1. Radio y Televisión

Se elabora un balance de energía eléctrica para los procesos de la Radio y Televisión, en los cuales la energía eléctrica (entrada), se ve convertida en luz: iluminación como tal; trabajo de equipo: el trabajo realizado por los motores en equipos como computadoras entre otros; y calor, los que corresponderían a las principales salidas para esta área.

Los valores trabajados, son valores por proceso equivalentes a un día de trabajo de 8 horas (tiempo total que tarda en completar el proceso).

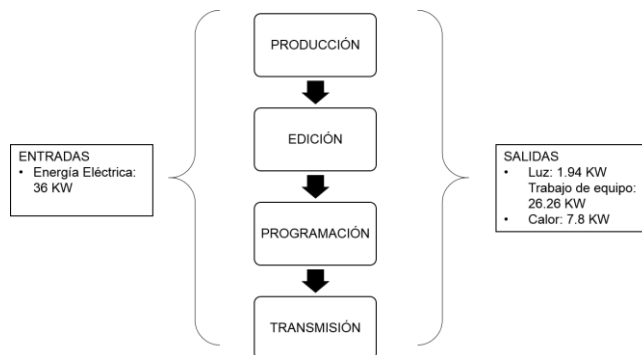
Los resultados se agrupan en las figuras 19 y 20, siguiendo los procesos detallados en la figura 11.

Figura 19. **Balance de energía para el área de Radio**



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Balance de energía para el área de Televisión**



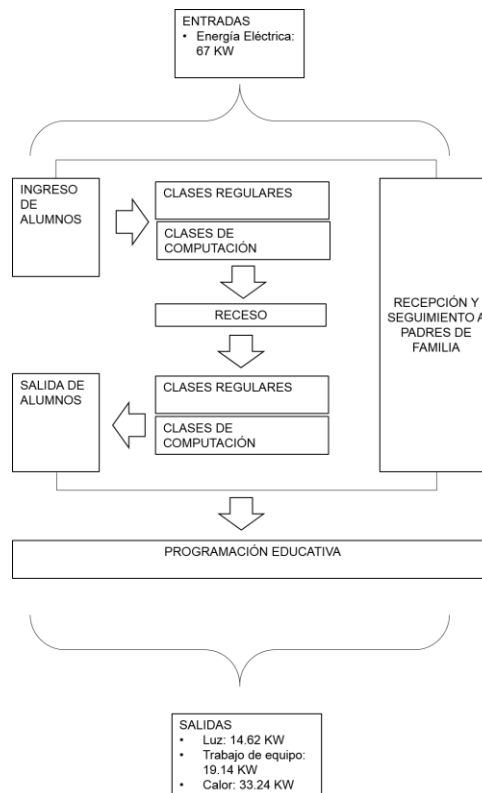
Fuente: elaboración propia.

2.5.1.2. Colegio Génesis

De igual forma se elabora un balance de energía eléctrica para el área del Colegio Génesis, en el cual se poseen entradas y salidas similares a las descritas en el apartado 2.5.1.1.

Los valores corresponden a una jornada educativa de 6 horas (proceso estándar). También, se sigue la figura 12 de proceso educativo para elaborar la figura 21.

Figura 21. Balance de energía para el área del Colegio Génesis



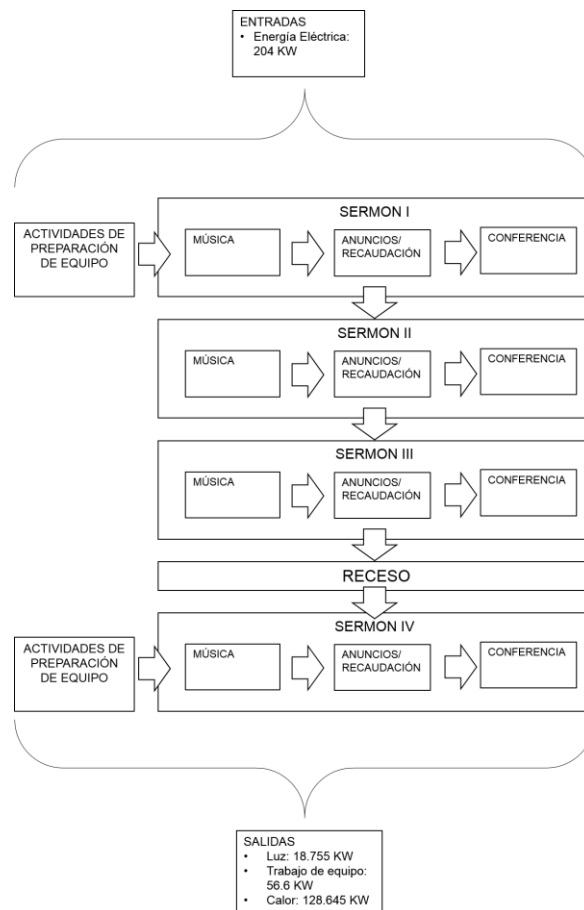
Fuente: elaboración propia.

2.5.1.3. Nave Central (Auditórium)

Asimismo, se elaboran balances de energía para los procesos de la nave central (auditórium), siguiendo las figuras 13 a 17.

Los valores que se observan en la figura 22, corresponden a la totalidad de sermones de un domingo estándar (valores por día).

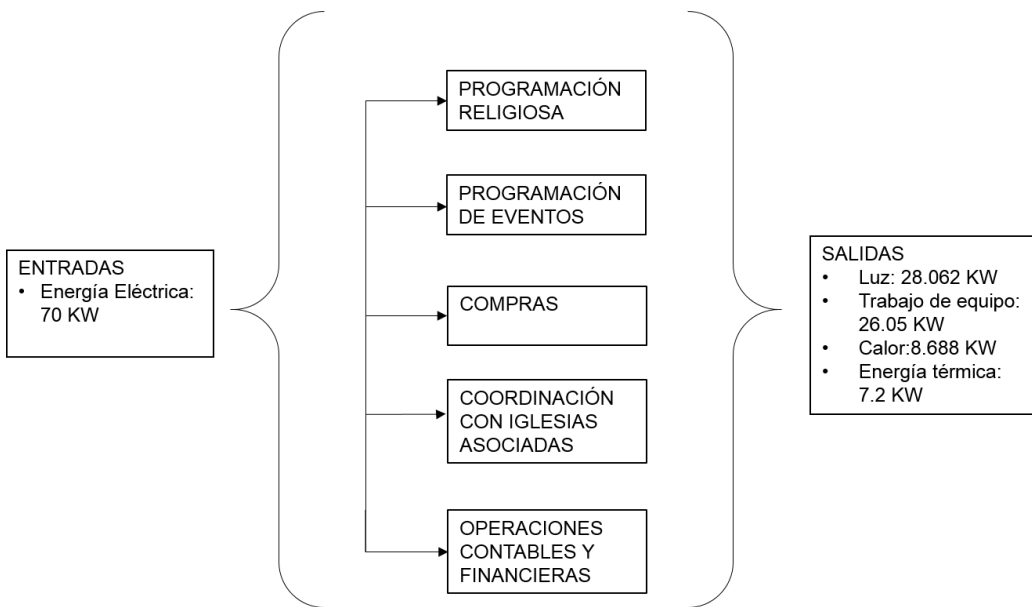
Figura 22. Balance de energía para el proceso de sermones



Fuente: elaboración propia.

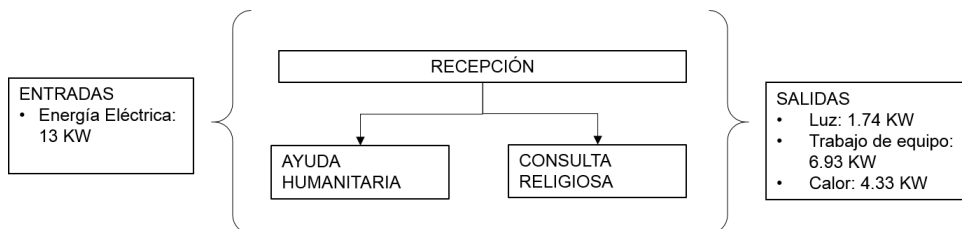
Los valores de las figuras 23 y 24, corresponden a una jornada de 8 horas entre semana.

Figura 23. **Balance de energía para los procesos administrativo – financieros**



Fuente: elaboración propia.

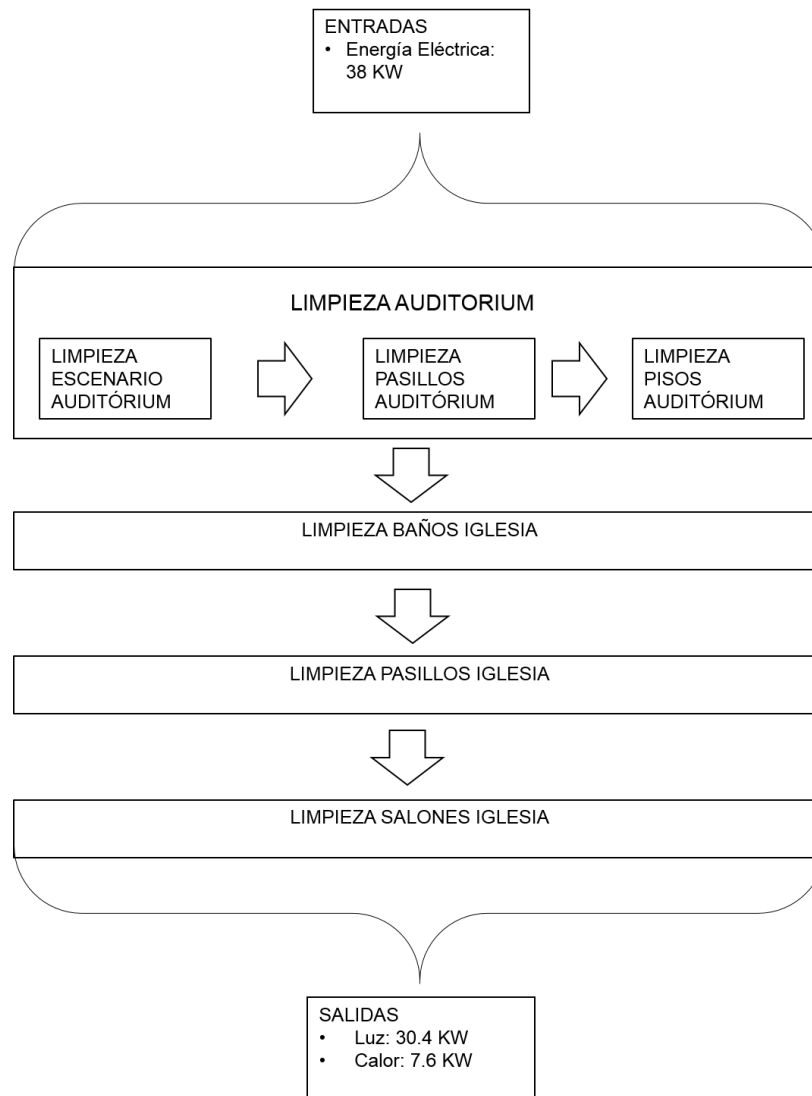
Figura 24. **Balance de energía para el proceso de atención al público**



Fuente: elaboración propia.

Los valores de la figura 25, corresponden a una jornada de 4 horas.

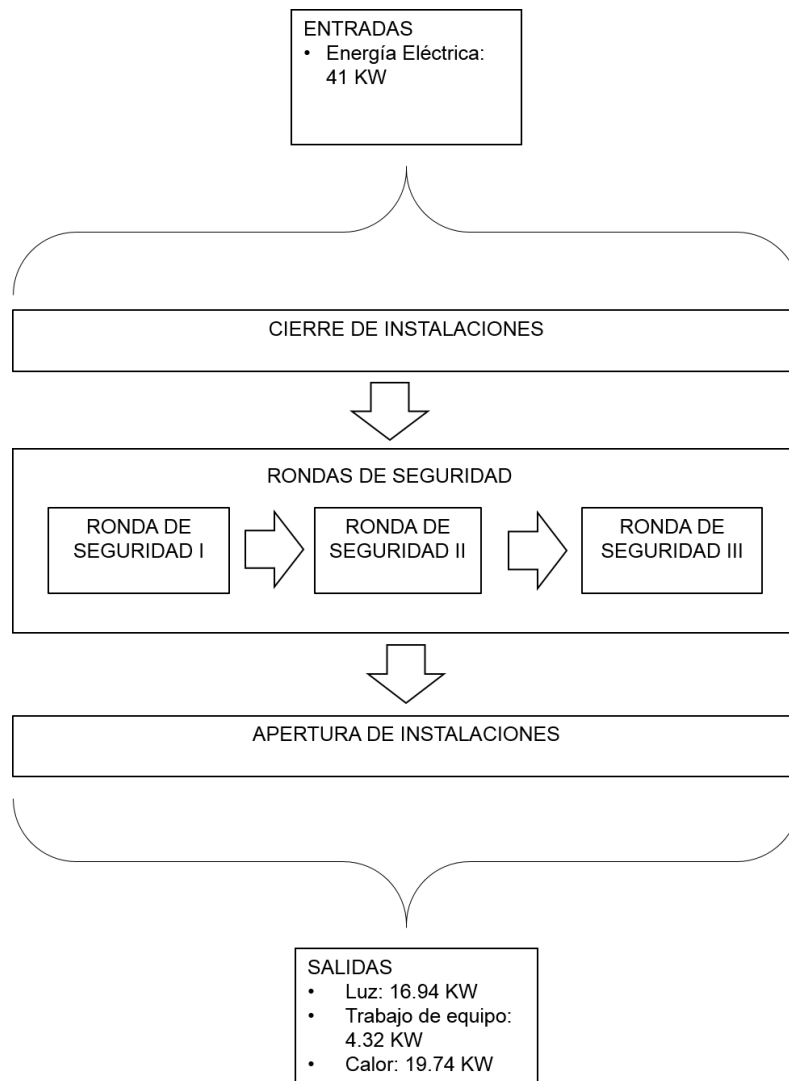
Figura 25. **Balance de energía para el proceso limpieza especial del Auditorium**



Fuente: elaboración propia.

Los valores de la figura 26, corresponden a una jornada de 11 horas.

Figura 26. **Balance de energía para el proceso guardiana nocturna**



Fuente: elaboración propia.

2.6. Costos por energía eléctrica

Con base en los consumos realizados por áreas y con apoyo de los datos de facturación de energía eléctrica proporcionados por la Empresa Eléctrica de la ciudad de Quetzaltenango, se procede a agrupar los datos de consumo en total de energía eléctrica con sus respectivos costos mensuales (promedio mensual) y anuales.

Es importante resaltar que la tarifa industrial (a la cual aplica la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, por su consumo) por kilowatt consumido equivale a Q 0,62, tarifa que no ha tenido alteración alguna durante los últimos cinco años y sobre la cual se trabajan los datos que se verán en las tablas XVII y XVIII.

2.6.1. Costos mensuales

En el periodo del 2012, los costos mensuales fueron los siguientes (ver tabla XVII).

Tabla XVII. **Costos mensuales de energía eléctrica**

AÑO 2012		
MES	KW CONSUMIDOS	FACTURACIÓN (Q)
Enero	7 909	4 864,035
Febrero	9 980	6 137,7
Marzo	8 605	5 292,075
Abril	8 363	5 143,245
Mayo	7 687	4 727,505
Junio	7 614	4 682,61
Julio	8 868	5 453,82

Continuación de la tabla XVII.

Agosto	7 825	4 812,375
Septiembre	7 830	4 815,45
Octubre	8 234	5 063,91
Noviembre	8 352	5 136,48
Diciembre	6 039	3 713,985

Fuente: datos proporcionados por Iglesia Cristiana Familiar Bethania.

2.6.2. Costos anuales

En el periodo del 2012, el costo anual para la energía eléctrica fue de Q 59 843,19, con un consumo de 97 306 KW.

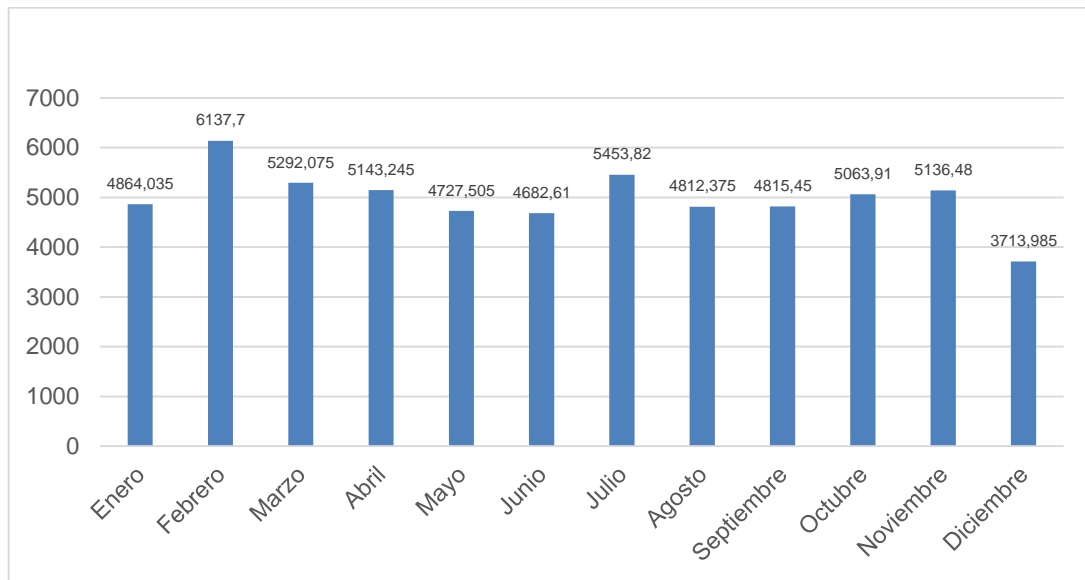
Tabla XVIII. **Resumen costos anuales por energía eléctrica**

COSTOS ANUALES		
AÑO	KW CONSUMIDOS	FACTURACIÓN (Q)
2012	97 306	Q 59 843,19

Fuente: datos proporcionados por Iglesia Cristiana Familiar Bethania.

Con base en los datos proporcionados en la tabla XVII, se procede a realizar una representación gráfica de los mismos. Estos se observan en la figura 27.

Figura 27. **Consumo en quetzales de los kilowatt consumidos en el 2012**



Fuente: datos proporcionados por Iglesia Cristiana Familiar Bethania.

2.7. Panorama de la seguridad industrial

Se tiene en cuenta todo el panorama de la seguridad de la maquinaria industrial utilizada.

2.7.1. Riesgos

Se evaluó la condición de la instalación eléctrica desde su alimentación, hasta las líneas de distribución interna y se identificaron diversos riesgos. El análisis de los mismos se observa en la tabla XIX.

Como se observa, se identifica el área en donde se presenta el riesgo; una breve descripción de la fuente del mismo; el riesgo en sí; posibles medidas para evitar el riesgo y se califica la prioridad sugerida para la implementación de acciones en tres.

- Alta. Riesgos que demandan una atención inmediata.
- Media. Riesgos que demandan una intervención a mediano plazo.
- Baja. Riesgos que pueden ser atendidos a largo plazo (cuidando siempre de no descuidarlos).

Tabla XIX. **Lista de riesgos de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania**

ÁREA	DESCRIPCIÓN	RIESGO	ACCIONES CORRECTIVAS	PRIORIDAD
Nave Central	Uno de los transformadores del banco de transformadores, eleva la temperatura de su aceite dieléctrico, a su punto de operación máxima de 65 grados centígrados; cuando se alcanza la capacidad máxima de amperaje (200) generalmente durante los procesos de sermón los domingo.	Desperfectos irreparables en el transformador, lo que comprometería seriamente la capacidad actual de energía eléctrica de la infraestructura.	Velar por la reducción del consumo (amperios) del equipo localizado en el Auditorium.	Alta
Nave Central	Instalaciones eléctricas adicionales que han ocurrido luego de la construcción original del edificio, se han realizado sin tomar en cuenta las tuberías dejadas para el cableado correspondiente; así como las normas de seguridad al momento de la instalación.	Las instalaciones eléctricas adicionales se encuentran algunas tendidas sobre el techo de lámina, lo que puede provocar accidentes, o corto circuitos por el re-calentamiento de la lámina.	Re-localizar las instalaciones realizadas, en sus respectivas tuberías.	Media
Nave Central	Falta de señalización en el área en donde se encuentra la instalación eléctrica, cajas de distribución, entre otros.	Posibles accidentes o descargas eléctricas en personas que desconocen el equipo que se encuentra en el área.	Realizar la señalización del equipo.	Baja

Continuación de la tabla XIX.

Nave Central y Colegio Génesis	Planta eléctrica a utilizar en caso de emergencias; en lugar inadecuado (actualmente se encuentra dentro de la cancha del Colegio Génesis)	Daños a la salud humana del personal del Colegio y alumnos, por contaminantes como ruido y humo al momento de utilizarse la misma. Peligro por encontrarse directamente en el área de actividad deportiva y recreativa del colegio.	Realizar la Re-localización de la planta eléctrica o construir infraestructura alrededor de la misma.	Alta
Auditórium	Socket de lámparas, dañados por el recalentamiento que provoca el tipo de lámpara.	Posibles cortocircuitos por alambres fundidos.	Realizar cambio de lámparas.	Alta
Radio y Televisión y Colegio Génesis	Las áreas se encuentran muy lejos de la caja de distribución, lo que dificulta sus procesos.	En caso de un corto circuito y de no activarse el mecanismo de seguridad de los filipones, se puede provocar un incendio en la infraestructura o desperfecto irreparables en alguno de los equipos por la lejanía de la caja de distribución.	Realizar re-distribución de circuitos y re-cableado de las líneas de alimentación para que cada área tenga acceso cercano a su tablero de circuitos.	Baja
Radio y Televisión y Colegio Génesis	Iluminación deficiente, al contarse con lámparas quemadas o inadecuadas para el tráfico de personas en el lugar.	Accidentes por falta de visibilidad.	Programar mantenimiento preventivo que realice la verificación y reemplazo de lámparas quemadas.	Alta

Continuación de la tabla XIX.

Auditórium en la Nave Central, pasillos y aulas del Colegio Génesis.	Tomacorrientes dañados por alta temperatura, por exceso de corriente, tapaderas quebradas, zafados de sus cajas.	Posibles incendios por cortocircuitos; quemaduras o descargas eléctricas a personas con contacto con los mismos.	Programar mantenimiento preventivo que realice el reemplazo de toma corrientes dañados.	Alta
--	--	--	---	------

Fuente: elaboración propia.

3. GENERACIÓN DE MEDIDAS

3.1. Etapa de inicio

Como se analizaba en el capítulo 1, el involucramiento de todo el personal en un Programa de producción más limpia es vital para su éxito. Tomando esto como punto de partida, se realizan acercamientos con los directivos y Junta Directiva de la organización y al tener su respaldo en la iniciativa de producción más limpia; se realiza un sondeo entre el personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, con el fin de:

- Conformar un comité de producción más limpia.
- Identificar temas de interés sobre los cuales el personal puede capacitarse.
- Conocer el interés por parte del personal en involucrarse en un Programa de producción más limpia.
- Determinar en conjunto con el comité, prioridades a trabajar con el Programa de producción más limpia.

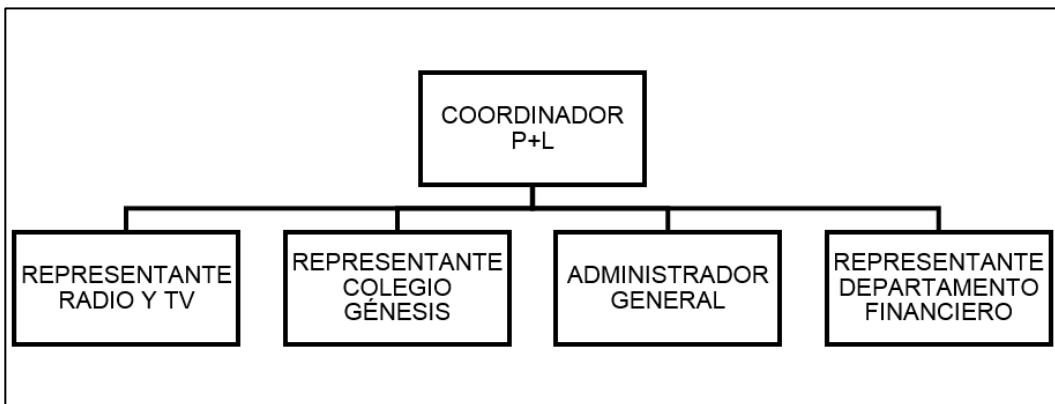
3.1.1. Designación del equipo de trabajo

Durante las reuniones de acercamiento y de formación llevadas a cabo con los directivos de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania, se propone la formación del comité de producción más limpia. Entre los gerentes de la organización acudió en conformar dicho comité, el cual queda conformado por: un representante de Radio y Televisión (gerente de televisión), un representante del Colegio Génesis (director del colegio), el señor administrador

general y un representante del Departamento Financiero (gerente del Departamento de Finanzas).

Como coordinador general del comité se establece al señor gerente general de la organización para un periodo de un año. El organigrama de dicho comité, se visualiza en la figura 28.

Figura 28. **Comité de producción más limpia de la Iglesia Bethania**



Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Capacitación del equipo

Cada cierto tiempo se llevan a cabo capacitaciones las cuales ayudan al grupo a trabajar mejor.

3.1.2.1. Sondeo general de producción más limpia

Como se ha mencionado anteriormente, se procedió a realizar una pequeña encuesta al personal de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania sobre la producción más limpia y equipo eléctrico en sus departamentos, mediante un

instrumento de 10 preguntas. Se logró realizar la misma al 100 % del personal (50 personas).

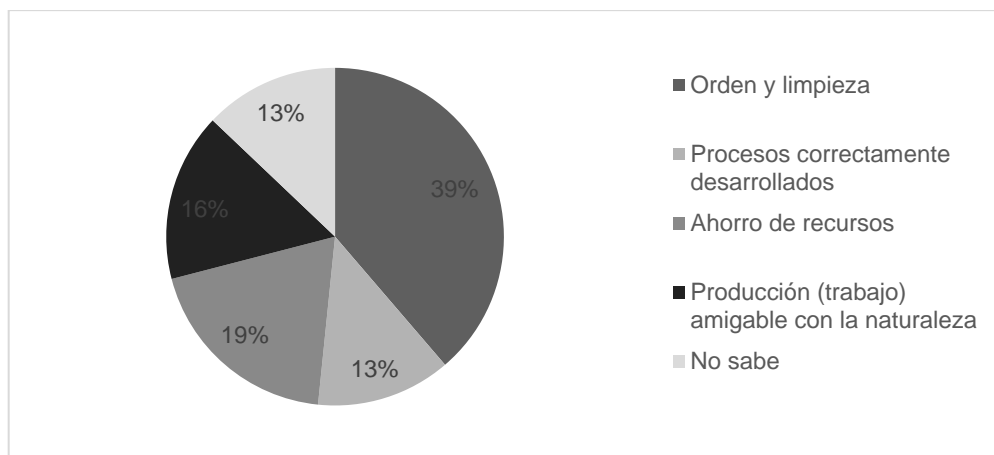
Los resultados obtenidos se analizan a continuación.

- **Producción más limpia**

Se le pregunta al personal, como definirían la producción más limpia (nótese que se realiza el sondeo mucho antes de los procesos de capacitación).

A esto, la mayoría, un 39 % de los encuestados se refirió a causa de la implementación del programa, de la producción más limpia como un proceso de orden y limpieza, seguido de un 19 % quien indicó se trataba de un ahorro de recursos (ver figura 29).

Figura 29. **¿Qué entiende por producción más limpia?**

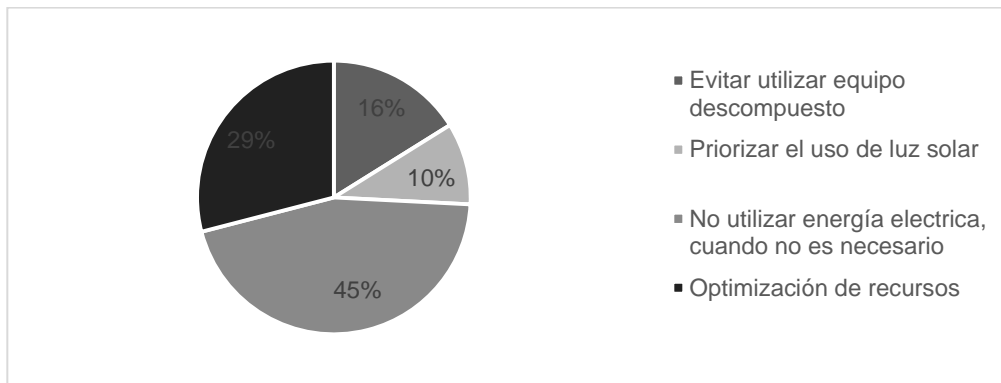


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

- Ahorro de energía

También se indaga sobre lo que se comprende por ahorro de energía, a lo cual un 45 % de los encuestados respondió como el no utilizar energía eléctrica cuando no es necesario, seguido por un 29 % que se refirió al mismo como optimización de recursos (ver figura 30).

Figura 30. **¿Qué entiende por ahorro de energía?**

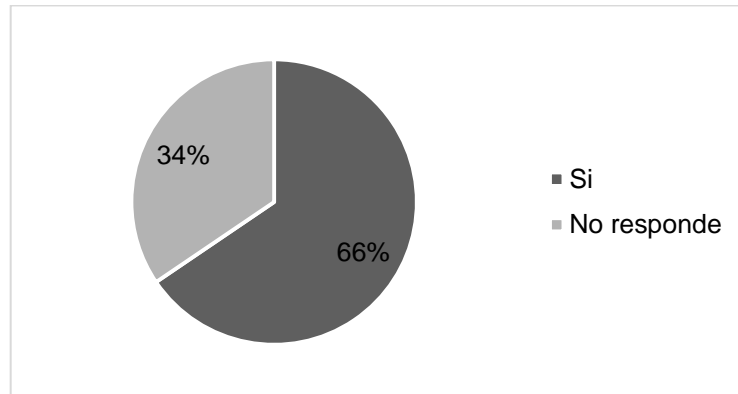


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

- Interés por un Programa de producción más limpia

Se realizan tres preguntas para indagar sobre el interés por contribuir en un Programa de producción más limpia. En la primera, se pretendía conocer la disponibilidad que los encuestados tenían para que se monitoreara el consumo de energía eléctrica en sus departamentos. A esto un 66 % afirmó que participaría en el programa (ver figura 31).

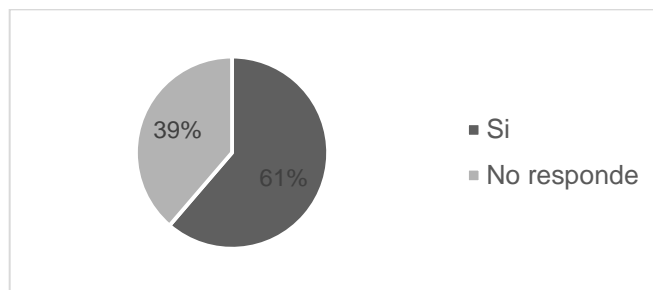
Figura 31. **¿Estaría dispuesto a que se monitoreara su consumo de energía eléctrica?**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

En la segunda, se preguntó la disponibilidad por implementar medidas para contribuir con el ahorro de energía en sus departamentos. De igual forma, un 61 % de los encuestados responde afirmativamente (ver figura 32).

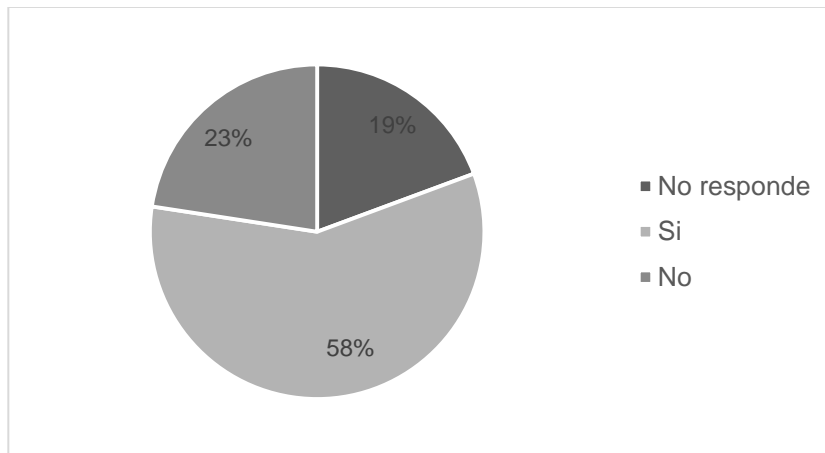
Figura 32. **¿Estaría dispuesto a contribuir con la implementación de medidas que permitan ahorrar el consumo de energía de su departamento?**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

En la tercera, se indagó el interés de formar parte de un comité de producción más limpia. A esto, el 58 % de los encuestados contestó afirmativamente, el 23 % indicó un rotundo no y un 19 % no dio respuesta (ver figura 33).

Figura 33. **¿Le gustaría ser parte de un comité que velará por la disminución de desechos, ahorro de energía y prevención de riesgos?**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Los datos presentados, reflejan la necesidad de parte del personal de ser capacitado en temas de producción más limpia, ahorro de energía; así como su interés por contribuir con un Programa de producción más limpia. Es importante mencionar que algunas de las razones dadas para no participar es la falta de tiempo para involucrarse, así como como el no ver un beneficio personal por su involucramiento.

3.1.3. Enumeración de las etapas del proceso del uso de la energía eléctrica

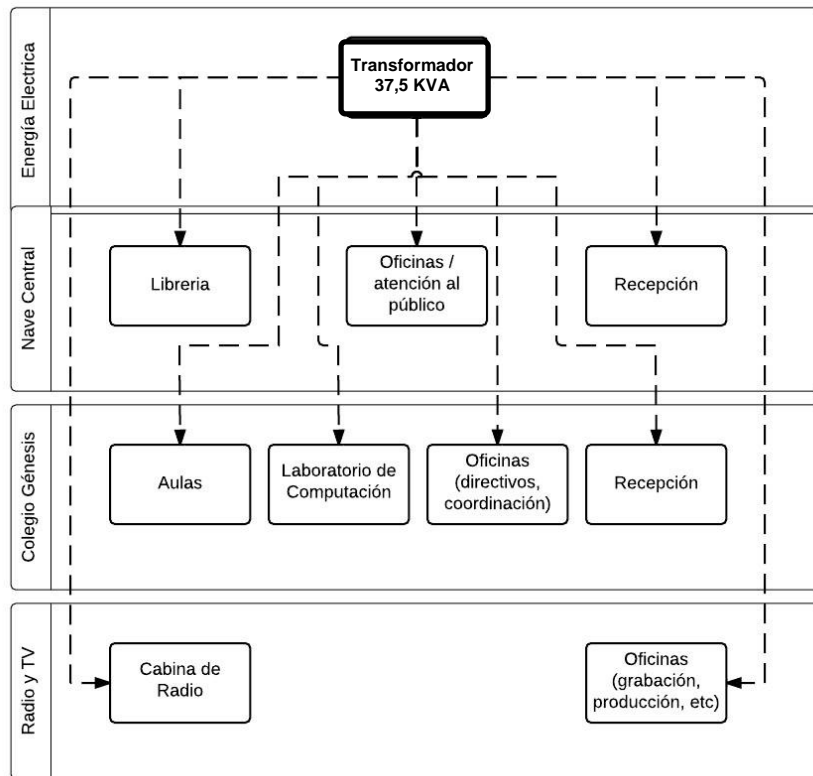
A nivel global se encuentra que en la Iglesia Cristiana Familiar Bethania se tiene tres grandes fases de consumo eléctrico.

- I Fase

La primera fase tiene lugar de lunes a viernes, en donde se encuentran funcionando las áreas de: Radio y TV, Colegio Génesis y la parte administrativa-financiera y atención al público de la Iglesia en la Nave Central (Auditórium).

Aquí la energía como primer paso llega al transformador de 37,5 KVA y de allí como segundo paso la energía eléctrica es repartida a las áreas antes descritas (ver figura 34). Esto sucede durante la jornada matutina (6 horas). Luego se cuenta con un receso (horas de almuerzo) de aproximadamente dos horas.

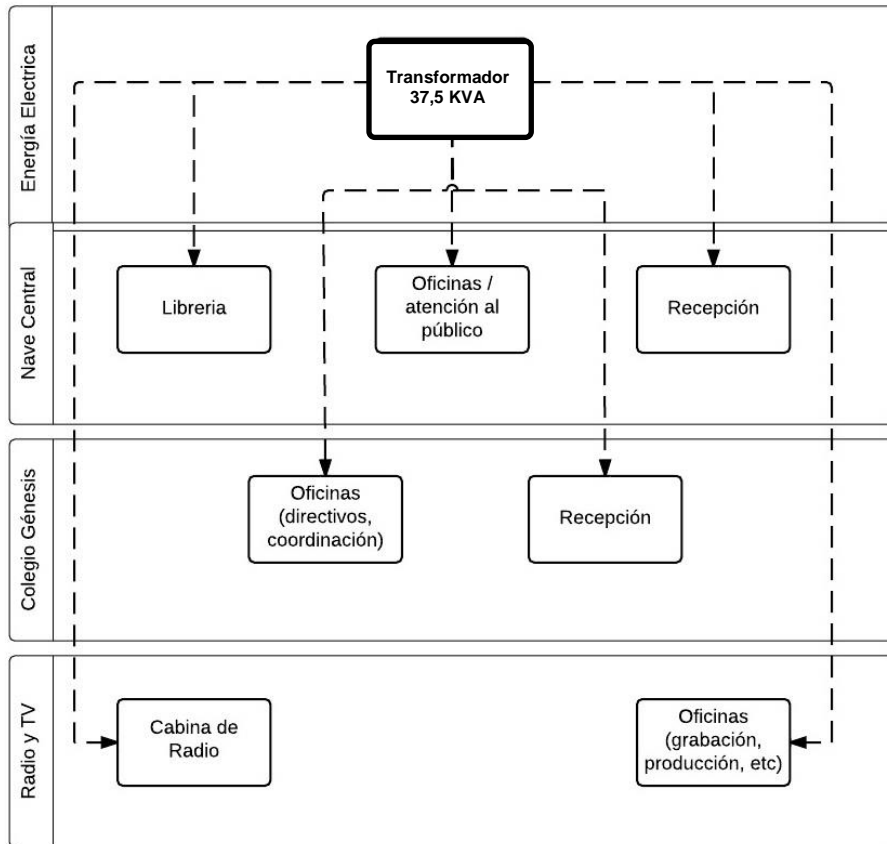
Figura 34. Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase I



Fuente: elaboración propia.

Posterior al receso, el personal de las áreas administrativo-financiera (Nave Central) y Radio y TV retoman actividades por aproximadamente 4 horas más (ver figura 35).

Figura 35. Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase I (tarde)

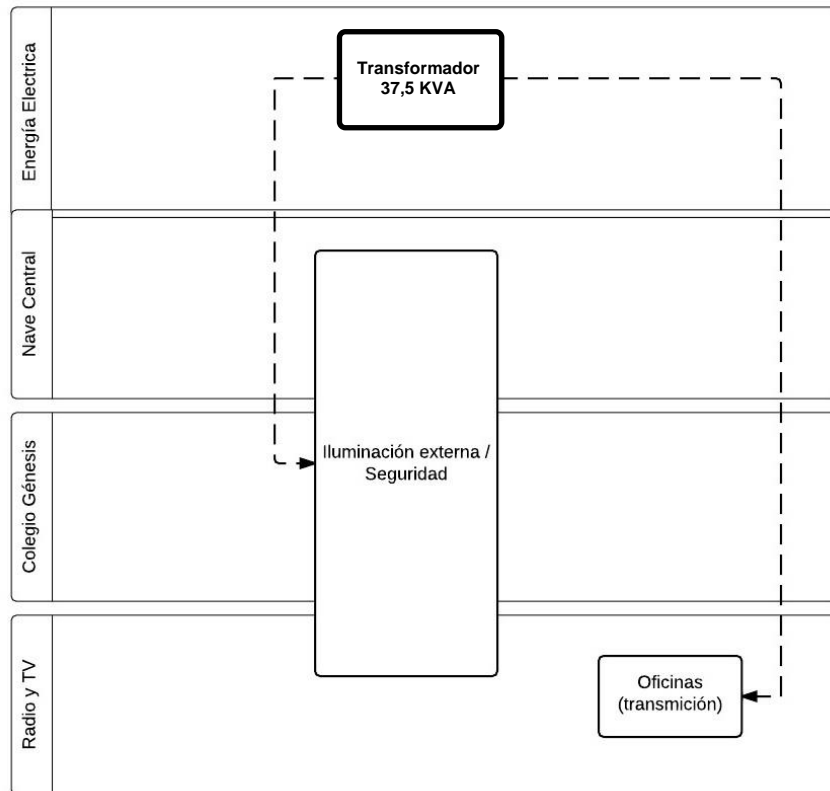


Fuente: elaboración propia.

- **II Fase**

Luego se cuenta con actividades de seguridad y de transmisión de Radio y TV durante la jornada nocturna, en donde al igual se hace uso de energía eléctrica (ver figura 36). Estas actividades tienen lugar de lunes a domingo, durante un periodo aproximado de 10 horas.

Figura 36. Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase II



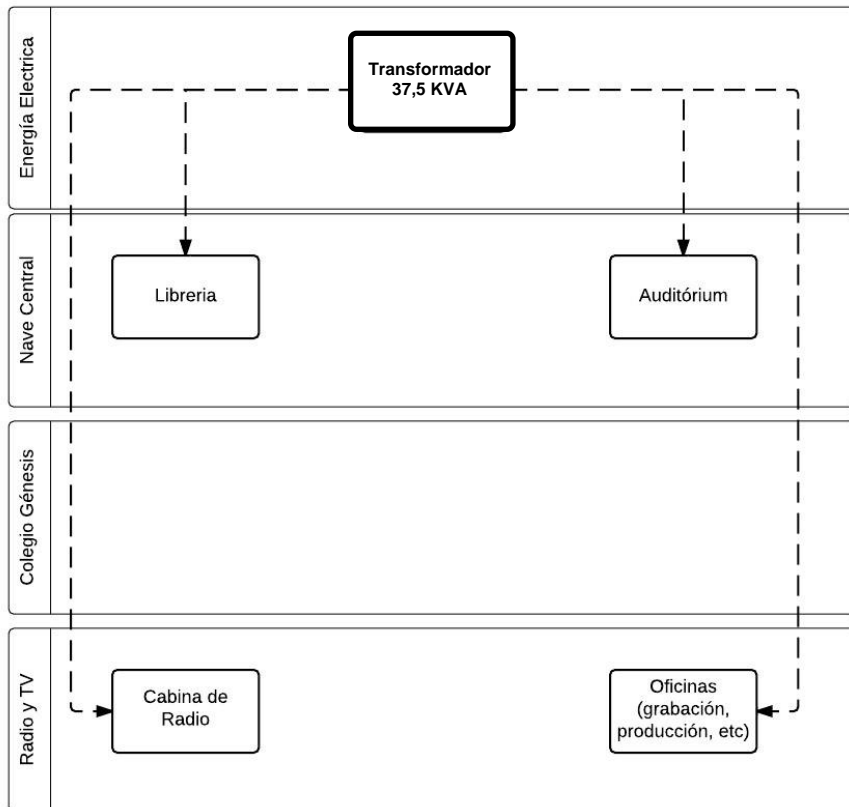
Fuente: elaboración propia.

- III Fase

Como se ha descrito anteriormente, los domingos tienen lugar los procesos de sermón, los cuales hacen un uso especial de energía eléctrica (uso similar durante eventos especiales llevados a cabo en la Iglesia).

En este, como se detalló, en el apartado 2.3.1.3 se cuenta con tres sermones (un total de 6 horas aproximadamente), un receso de cuatro horas y un nuevo sermón (dos horas aproximadamente), (ver figura 37). Posteriormente se realizan actividades nocturnas como se describía en la fase II.

Figura 37. **Diagrama etapas de la energía eléctrica – Fase III**



Fuente: elaboración propia.

3.2. Medidas en el abastecimiento y distribución de la energía eléctrica

Diferentes medidas pueden ser tomadas para mejorar el abastecimiento y distribución actual de la energía eléctrica de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania. El objeto de estas será, el uso apropiado de la energía eléctrica en cada una de las áreas, entre otras medidas, para lograr reducciones de consumo de energía, así como mejoras a los niveles actuales de seguridad de la infraestructura.

A continuación se presentarán medidas que pueden ser implementadas como parte del Programa de producción más limpia, analizándose con base en los datos previamente presentados de capacidad instalada, equipo, iluminación por áreas; así como planes de mantenimiento que pueden ser llevados a cabo.

3.2.1. Mejoras de la capacidad instalada

Iniciando con la capacidad instalada en la infraestructura de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania, se veía en el apartado 2.2.2. del presente documento, que esta se logra gracias a un transformador con capacidad de 37,5 KVA y un banco de transformadores que elevan la energía eléctrica a 50 KVA; así como una planta eléctrica con capacidad de 30 KVA.

3.2.1.1. Equipo de abastecimiento

Como parte del equipo de abastecimiento, se encuentra el banco de transformadores previamente descrito, que permiten elevar la energía eléctrica de 37,5 a 50 KVA. Se pretende que las medidas a tomar respecto a cambio de equipo y bombillas (ver apartado 3.3.), así como buenas prácticas logren una

reducción del consumo, de forma que dicho banco de transformadores trabaje lo mínimo posible.

- Medida 1: eliminación del banco de transformadores, debido a la reducción del consumo de amperaje (quedando en un nivel que no sobrepasa los 200 amperios), gracias a la implementación de las medidas 6, 7, 9, 10, 11 y 12.

3.2.1.2. Balance de cargas

De igual forma, se veía en el apartado 2.2.2., que se requiere una tensión de 220 V; la cual se logra por medio de dos líneas, de 110 V cada una. Estas presentan un desbalance, en la carga (amperios). Una presenta una carga de 110 amperios y la otra de 80 amperios, la cual puede ser riesgoso (sobrecarga en líneas).

- Medida 2: para lograr un balance entre las líneas de tensión, se han de redistribuir los circuitos que se alimentan de las mismas, con el fin de que ambas líneas posean una carga máxima de 100 amperios. Asimismo, distribuir el tablero central, en cinco tableros (uno para cada área), esto se verá en mayor detalle en el apartado 3.1.3.1. Para que se logre la distribución de circuitos, se han de relocalizar estos, de tal forma que queden situados como se detalla en la figura 38.

3.2.2. Mejoras en accesorios y equipo

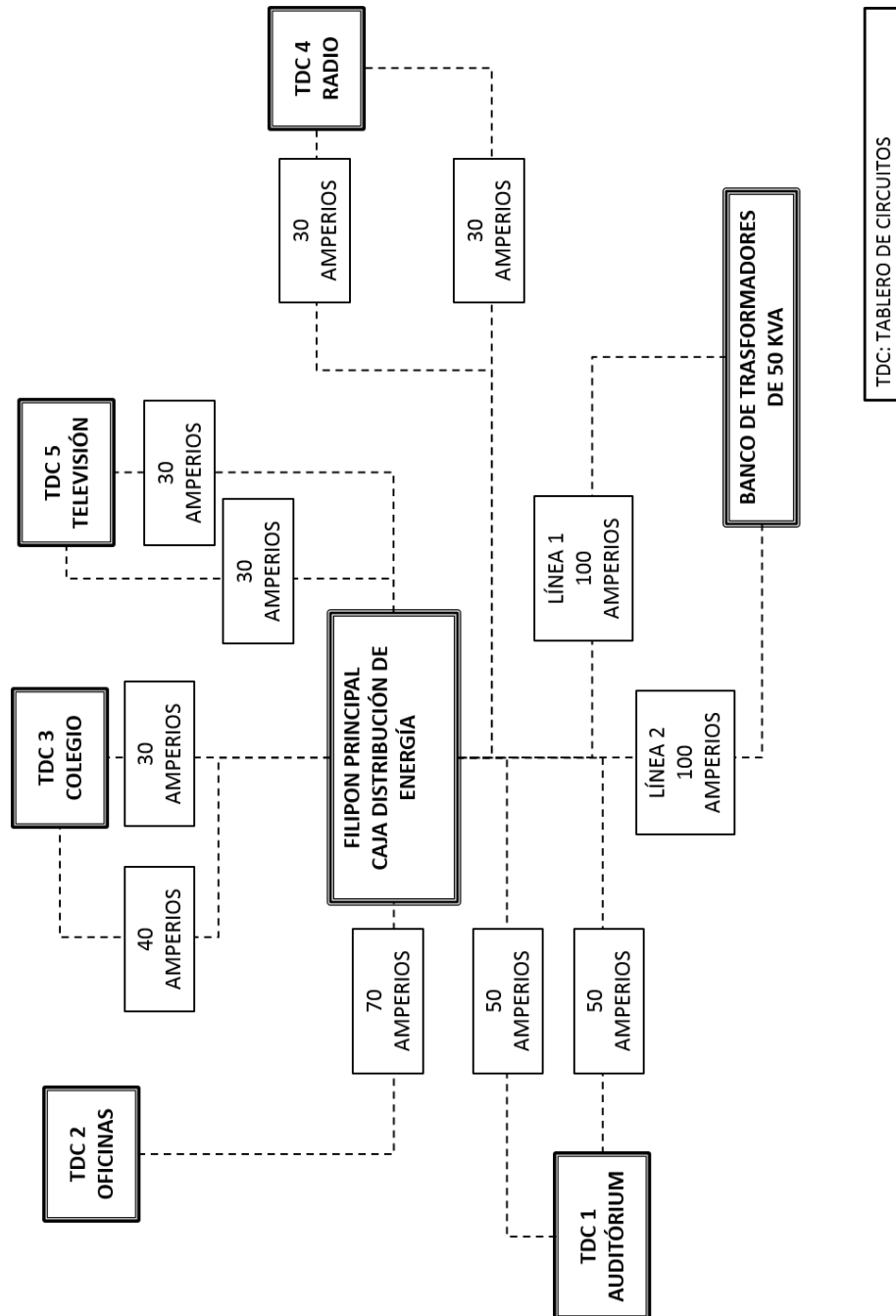
Cada cierto tiempo se hace un inventario en el cual se observa que debe mejorarse o que debe cambiarse para que tengan su funcionamiento adecuado.

3.2.2.1. Equipo que requiere cambio

Con respecto a los accesorios y equipo, se veía en el inventario de equipo realizado en el apartado 2.3.1., que se cuenta con una mayoría de equipo en un estado aceptable, es decir condiciones que permiten realizar los diferentes procesos sin complicaciones. Por lo cual, con base en los datos analizados, no se encuentra equipo que requiere de un cambio inmediato.

Sin embargo, se observan lámparas y equipos que pueden ser reemplazadas por otras de tipo ahorrador, a pesar de su buen estado y funcionalidad. Dicho equipo se detalla en el apartado 3.3.2.

Figura 38. Balance de líneas de tensión y redistribución de circuitos



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Mejoras de líneas eléctricas

Como se veía anteriormente en el apartado 2.7.1, las áreas presentan dificultades para acceder al tablero central, lo cual representa un riesgo para la organización. Por lo cual una de las principales medidas a tomar respecto a las líneas eléctricas de las áreas, es el de lograr un mejor acceso a los respectivos tableros de circuitos.

- Medida 3: como se mencionaba en la medida 2, será necesario la redistribución del tablero central de circuitos, en cinco tableros de circuitos, con el fin de que cada área maneje su tablero propio (ver figura 39).

3.2.3.1. Líneas a readecuar

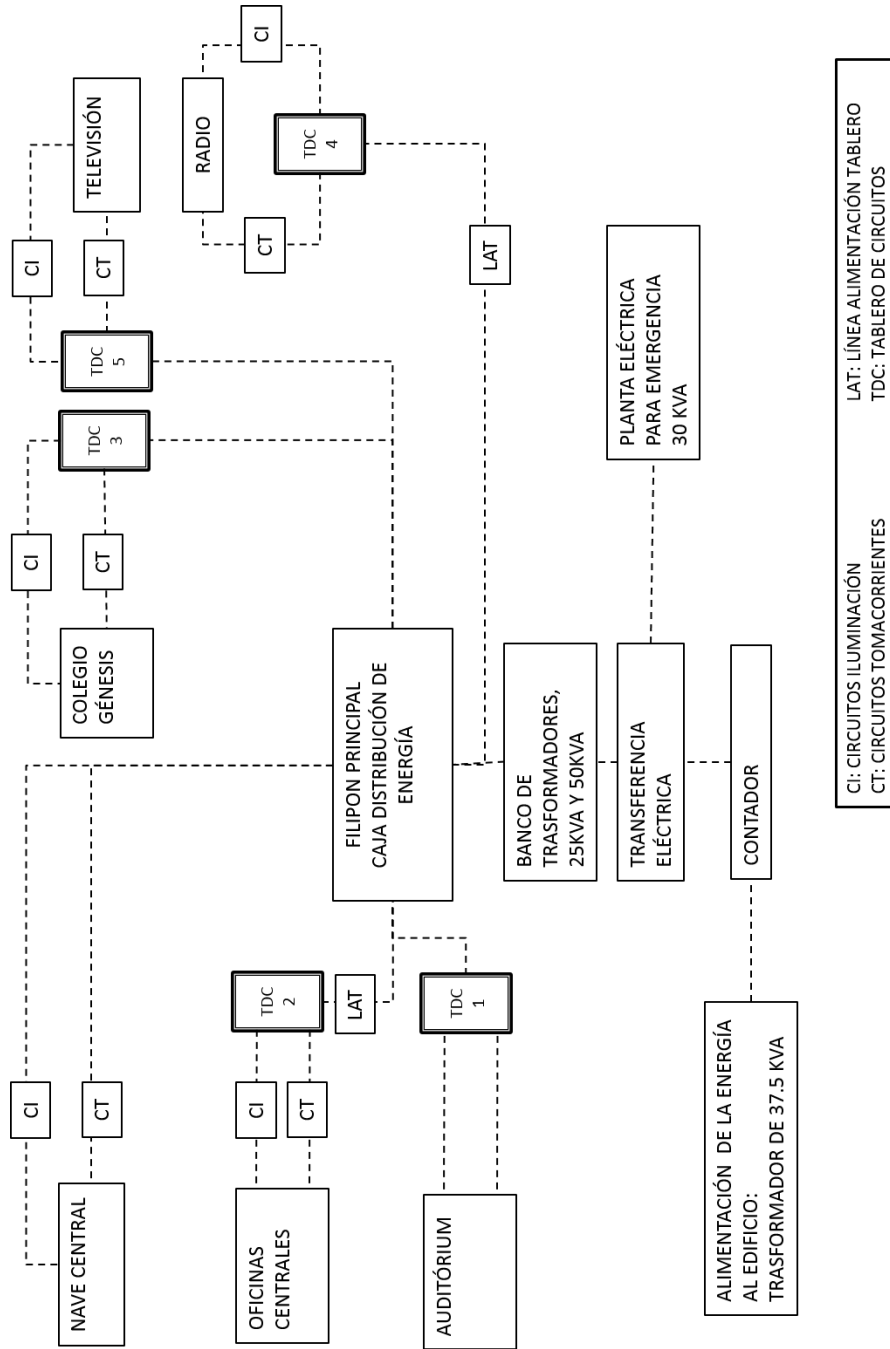
Con base en la medida 3, las líneas readecuadas tendrían las especificaciones descritas en la tabla XX.

Tabla XX. Listado de líneas a readecuar

ÁREA	LÍNEA DE CORRIENTE	ALIMENTA TABLERO (TDC)	CIRCUITOS A DISTRIBUIR
Auditórium	110V	Tablero 1 (TDC 1)	Iluminación (CI) y tomacorrientes (CT)
Oficinas, Librería, Salones de eventos	110V	Tablero 2 (TDC 2)	Iluminación (CI) y tomacorrientes (CT)
Colegio Génesis	110V	Tablero 3 (TDC 3)	Iluminación (CI) y tomacorrientes (CT)
Radio	220V	Tablero 4 (TDC 4)	Iluminación (CI) y tomacorrientes (CT)
Televisión	110V	Tablero 5 (TDC 5)	Iluminación (CI) y tomacorrientes (CT)

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Diagrama de redistribución de la energía por áreas



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2. Líneas a redimensionar

Con base en la readequación previamente descrita, será de igual forma necesario realizar mejoras en el cableado de alimentación de cada uno de los tableros, para garantizar la seguridad de los mismos.

- Medida 4: la readequación del tablero principal, demandará de igual forma el redimensionamiento del cableado de alimentación a tableros. En la tabla XXI, se hace un listado de las especificaciones de este nuevo cableado, incluyendo la carga sugerida en el cableado, tipo de cable y la cantidad de metros del mismo.

Tabla XXI. **Detalles del cableado a redimensionar por tablero sugerido**

ALIMENTACIÓN A CADA TABLERO	CARGA SUGERIDA (EN AMPERES)	CABLEADO	DISTRIBUCIÓN (EN METROS)
Tablero 1 (TDC 1)	200	0	0
Tablero 2 (TDC 2)	100	Calibre #6	40
Tablero 3 (TDC 3)	130	Calibre #4	30
Tablero 4 (TDC 4)	100	Calibre #6	30
Tablero 5 (TDC 5)	100	Calibre #6	60

Fuente: elaboración propia.

3.3. Medidas en el uso de la energía eléctrica

Como se ha mencionado anteriormente, el uso de la energía eléctrica es vital para los diferentes procesos de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania. Por

ende, las medidas respecto al uso de la misma, estarán orientadas a la reducción del consumo.

3.3.1. Cambios en la iluminación

La parte de iluminación, como se veía en el apartado 2.3.3, representa un considerable consumo eléctrico. La tabla XXII, es un resumen de las principales lámparas encontradas por áreas, así como sus respectivos consumos.

Tabla XXII. **Resumen de lámparas y su consumo eléctrico**

ÁREA	CATEGORÍA	TIPO	CANT.	(W)	(L)	VIDA ÚTIL (EN HORAS)
NAVE CENTRAL (AUDITÓRIUM)	Incandescente	Reflector	90	13 500	20 500	1 000
	Fluorescentes	Balastro magnético T12	40	3 200	25 600	10 000
	Incandescente	reflector escenario	5	2 500	37 500	1 000
	Incandescente	reflector escenario	4	6 000	60 000	1 000
	Incandescente	Ojo de buey	25	1 000	13 125	1 000
OFICINAS	Fluorescentes	Balastro magnético T12	5	400	3 200	10 000
	Incandescente	Ojo de buey	23	1 160	12 075	1 000
COLEGIO	Fluorescentes	Balastro magnético T12	37	2 560	23 680	10 000
	Incandescente	Reflector	6	900	1 367	1 000
RADIO	Incandescente	Ojo de buey	7	280	3 675	1 000
TELEVISIÓN	Incandescente	Ojo de buey	18	720	9 540	1 000
TOTALES				32 220		

Fuente: elaboración propia.

- Medida 5: con base en el inventario efectuado de lámparas y otros lumínicos de la organización, se han de reemplazar los mismos, por otros de tipo ahorrador, tal como se detalla en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Listado propuesto de lámparas a reemplazar y su consumo proyectado**

ÁREA	CATEGORÍA	TIPO	CANT.	(W)	VIDA ÚTIL (EN HORAS)
NAVE CENTRAL (AUDITÓRIUM)	FLUORESCENTE	Ahorrador	90	2 700	13 000
	FLUORESCENTE	Balastro electrónico T8	40	2 560	13 000
	LED	Luces de escenario	5	300	25 000
	LED	Luces de escenario	4	240	25 000
	LED	Ojo de buey	25	225	25 000
OFICINAS	FLUORESCENTE	Balastro electrónico T8	5	320	13 000
	LED	Ojo de buey	23	261	25 000
COLEGIO	FLUORESCENTE	Balastro electrónico T8	37	2 368	13 000
	FLUORESCENTE	Ahorrador	6	180	13 000
RADIO	LED	Ojo de buey	7	28	25 000
TELEVISIÓN	LED	Ojo de buey	18	162	25 000
TOTALES				9 344	

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Cambios en el equipo

De igual forma, se analiza el equipo, para ver aquellos que a pesar de su buen estado y funcionamiento, pueden ser reemplazados por otros ahorradores de consumo. La tabla XXIV, presenta un resumen de dicho equipo.

Tabla XXIV. **Resumen de equipo a reemplazar por ahorrador**

ÁREA	CATEGORÍA	TIPO	CANTIDAD	WATTS
AUDITÓRIUM	MONITOR DE COMPUTADORA	CRT	3	210
OFICINAS	MONITOR DE COMPUTADORA	CRT	12	840
COLEGIO	MONITOR DE COMPUTADORA	CRT	10	700
RADIO	MONITOR DE COMPUTADORA	CRT	5	350
TOTALES				2 100

Fuente: elaboración propia.

- Medida 6: con base en el inventario de equipo, se pueden realizar reemplazos de algunos en buen estado, por otros de tipo ahorrador para lograr reducción en el consumo de energía. La tabla XXV presenta un listado del equipo ahorrador que debería ser colocado en cada área.

Tabla XXV. **Listado de equipo ahorrador por área**

ÁREA	CATEGORÍA	TIPO	CANTIDAD	WATTS
AUDITÓRIUM	MONITOR DE COMPUTADORA	LED	3	36
OFICINAS	MONITOR DE COMPUTADORA	LED	12	144
COLEGIO	MONITOR DE COMPUTADORA	LED	10	120
RADIO	MONITOR DE COMPUTADORA	LED	5	60
TOTALES				360

Fuente: elaboración propia.

- Medida 7: se podrá realizar la automatización de la iluminación artificial, de algunas secciones de la infraestructura de la organización, para que tanto el encendido como el apagado de la misma, deje de ser manual y así evitar periodos largos de tiempo donde no se hace uso de esta. La tabla XXVI, hace un resumen de las secciones donde se puede instalar este sistema.

Tabla XXVI. **Automatización del uso de iluminación artificial por área**

ÁREA	SECCIÓN	ACCIÓN	OBSERVACIONES
Colegio Génesis	Pasillo cuarto nivel	Instalación de sensores de movimiento, para activación y desactivación automática de iluminación artificial	Será necesario que el sistema tenga un apagador, el cual permita la desactivación del mismo durante la jornada nocturna
	Baños generales		
Nave Central	Baños salón de actividades		
	Pasillo de oficinas		

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Introducción de buenas prácticas operativas

En el apartado 1.3.1, se hacía ver como las buenas prácticas operativas, tenían como uno de sus objetivos, acciones encaminadas a la reducción del uso de insumos como energía eléctrica. Este conjunto de medidas voluntarias y de fácil aplicación, serán vital implementar por parte del personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, para lograr reducciones en el consumo de energía eléctrica de la organización.

- Medida 8: se deberá priorizar por parte del personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, el uso de iluminación natural en sus diferentes áreas y hacer uso de la iluminación artificial, en casos donde sea imprescindible el mismo.

La tabla XXVII presenta un resumen de los horarios donde se puede utilizar mayormente iluminación natural por área, así como una proyección del ahorro en watts de la energía eléctrica.

Tabla XXVII. **Horarios de priorización de iluminación natural**

ÁREA	SECCIÓN	HORARIO	ESTIMADO LÁMPARAS APAGADAS	CONSUMO (EN WATTS)
NAVE CENTRAL	Oficinas	8:00 a.m. a 18:00 a.m.	31	14 400
	Auditórium	8:00 a.m. a 18:00 a.m.	40	6 400
COLEGIO	Aulas	7:00 a.m a 14:00 p.m	76	15 120

Continuación de la tabla XXVII.

	Oficinas	7:00 a.m a 14:00 p.m	5	1 820
	Pasillos	7:00 a.m a 14:00 p.m	21	14 700
RADIO	Oficinas	8:00 a.m. a 18:00 a.m.	4	1 600
TELEVISIÓN	Oficinas	8:00 a.m. a 18:00 a.m.	3	1 200
TOTAL				55 240

Fuente: elaboración propia.

- Medida 9: durante periodos de receso (por descanso dentro de jornadas laborales, almuerzos, entre otros) y al finalizar jornadas, se ha de apagar la iluminación artificial (que ya se ha establecido como imprescindible); así como aquel equipo del cual no se estará haciendo uso durante estos periodos.
- Medida 10: centralizar el uso de microondas, cafeteras, dispensadores de agua, entre otros, dentro del personal de la organización, para evitar consumos extras por uso de los mismos de forma simultánea, de las diferentes áreas.
- Medida 11: colocar de forma visible, los diferentes *switch* de encendido y apagado de las lámparas, para que en caso de dejar las lámparas encendidas sin razón alguna, cualquier persona pueda realizar el apagado de las mismas.

3.4. Medidas de prevención

Actualmente, la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, ha llevado algunas medidas de prevención de manera empírica dentro de sus procesos. Por ende, se formulan planes de mantenimiento que pueden ser llevados a cabo con el fin de formalizar las acciones de prevención dentro de la organización. Los mismos, se han formulado por las diferentes partes que hacen uso de la energía eléctrica.

3.4.1. Plan de mantenimiento de equipo de abastecimiento

Iniciando con la parte de abastecimiento de la organización, se verán los planes de mantenimiento para la parte del banco de transformadores, planta eléctrica y transferencia eléctrica.

3.4.1.1. En banco de transformadores

Iniciando con el banco de transformadores, la tabla XXVIII resume el plan de acción diseñado para el banco de transformadores de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania. Este incluye la frecuencia en que se deberían dar las evaluaciones y acciones de mantenimiento, los elementos a verificar y los niveles ideales en que estos deben de mantenerse. Es importante notar, que de lograrse el objetivo detallado para la medida 1, este plan de mantenimiento se anularía.

Tabla XXVIII.

Plan de mantenimiento en el banco de transformadores

FRECUENCIA	ACCIONES DE MANTENIMIENTO	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEIOS Y FORMAS DE MANTENIMIENTO	MEDIDAS DE SEGURIDAD	ACTIVIDADES
Semestral	Verificación del nivel de aceite.	El aceite debe de encontrarse en el nivel exacto marcado en el cilindro (ni más ni menos).	Para realizar la verificación será necesario ubicar la señal dentro del cilindro (cuba) que marca el nivel de aceite. Las verificaciones se han de realizar a una temperatura ambiente de 25 C°.	Inspección física por medio de un experto.	Se debe desconectar TOTALMENTE la energía eléctrica de toda la infraestructura (desde la alimentación principal).	Agregar o quitar aceite de manera que quede en el nivel indicado por el cilindro.
	Limpieza general externa del cilindro.	El cilindro no debe presentar suciedades en su parte externa.		Limpieza general por medio de un experto.	FOR NINGUNA RAZÓN DEBE PODERSE A COEDER A ENERGÍA ELÉCTRICA DURANTE ESTE	Las requeridas para remover polvo y otras posibles suciedades.
	Verificación del estado cilindro.	No oxido / corrosión en los bornes de conexión. Conexiones no se encuentran flojas las tuercas y/o cables. No oxido en la parte exterior del cilindro.	Se ha de realizar una inspección cuidadosa y minuciosa de las conexiones, resistencias a tierra, bornes entre otras.	Inspección física por medio de un experto.		Las recomendadas por el experto para evitar o contrarrestar corrosiones, suciedades entre otras. Ajustes por medio del experto. Las recomendadas por el experto / pintar nuevamente el cilindro.
Mensual	Monitoreo de la carga (amperios).	Monitorear que el consumo no sobrepase los 90 amperios.	Se ha de realizar las mediciones durante los procesos. Idealmente durante los sermones que tienden a generar picos de consumo eléctrico.	Recolección de datos, utilizando un tester por medio de un responsable de producción más limpia debidamente capacitado.	Las debidas precauciones para realizar las mediciones correspondientes.	Registros de los datos y retroalimentación al comité de producción más limpia de los resultados.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX.

Plan de mantenimiento de la planta eléctrica

FRECUENCIA	ACCIONES DE MANTENIMIENTO	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS DE MANTENIMIENTO	MEDIDAS DE SEGURIDAD	ACTIVIDADES
Semanal	Verificación del nivel de aceite.	Verificar que el aceite este en su nivel máximo (full) .	Para la verificación será necesario utilizar la varilla del aceite, como medio de referencia. El agua debe de encontrarse en un nivel en donde no llegue a su nivel máximo y se deje un espacio para la expansión de gases dentro del radiador.	Inspección física por medio de la persona nombrada responsable de la organización.	Asegurar que la planta se encuentre desactivada durante la verificación .	Verificación únicamente.
	Verificación del nivel de agua.	Verificar que el agua no se encuentre en su nivel máximo.				Llenado, hasta alcanzar los niveles ideales, en caso de necesitarse.
	Verificación del nivel de diésel.	Verificar que el nivel de diésel se encuentre en Fuel (tanque lleno).	-			Llenado de diésel hasta alcanzar los niveles ideales, en caso de necesitarse.
Semestral	Limpieza general. Servicio general a la planta eléctrica.	El motor, generador, tanque externo de diésel no deben presentar suciedad ni grasa y otras suciedades. Tampoco corrosión y otros residuos.	Se ha de realizar una limpieza e inspección cuidadosa y minuciosa del equipo.	Limpieza general por medio de un experto.	La planta eléctrica debe de estar totalmente desactivada durante el proceso de limpieza (verificar el apagador antes de iniciar).	Las requeridas para remover polvo, grasa y otros.
		Cambio de aceite.				Cambio total.
		Cambio de filtros de aire.	Se ha de verificar que en efecto los elementos sean reemplazados.	Servicio por medio de un experto.		Reemplazo de elementos.
		Cambio de filtros de combustible.				
		Cambio de filtro de aceite.				Cambio total.

Fuente: elaboración propia.

3.4.1.2. Planta eléctrica

De igual forma se elabora un plan de mantenimiento para la planta eléctrica de la organización, bajo los mismos criterios mencionados en el apartado 3.4.1.1. Dicho plan se observa en la tabla XXIX.

3.4.1.3. Transferencia eléctrica

Respecto a la transferencia eléctrica, el mantenimiento se orientará a garantizar el cambio de alimentación de la energía eléctrica del transformador (energía proporcionada por la Empresa Eléctrica de Quetzaltenango) a la planta eléctrica y viceversa. El plan se observa en la tabla XXX.

Tabla XXX. **Plan de mantenimiento de la transferencia eléctrica**

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CONSIDERAR	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Semestral	Limpieza general	Limpieza cuidadosa de cuchillas. Se ha de verificar el desmontaje y el montaje de la transferencia eléctrica. Se ha de realizar una prueba de operación al finalizar la limpieza.	Limpieza general por medio de un experto.	Desactivación total del mecanismo antes de iniciar la limpieza.
Trimestral	Verificación de funcionamiento	Verificar que exista transferencia eléctrica en caso de corte de energía. Realizar simulación de corte de energía – transferencia en 30 segundos - y simulación de restauración de energía – transferencia en 3 minutos.	Simulacro por medio de la persona nombrada responsable de la organización.	Las precauciones al realizar la simulación de corte y restauración de energía.

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Plan de mantenimiento en la distribución

Se lleva a cabo un plan de mantenimiento en la distribución el cual ayuda en el mejoramiento del trabajo.

3.4.2.1. Caja general de distribución

Respecto a la caja general de distribución (o tablero central), el objetivo es garantizar que el cableado se encuentre en condiciones óptimas para su funcionamiento. La tabla XXXI presenta un plan de acción para la caja general de distribución.

Tabla XXXI. **Plan de mantenimiento a la caja de distribución**

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Trimestral	Verificación de cableado en tablero.	<p>Verificar que no se cuente con cables flojos.</p> <p>Verificar que los tornillos se encuentren debidamente apretados.</p> <p>Verificar que no se cuente con cables quemados (o recalentados).</p> <p>Verificar que las conexiones a los filipones se encuentren ajustadas.</p>	<p>Cuidar que se realice una inspección cuidadosa de los cables en el tablero.</p> <p>De poderse realizar algún tipo de limpieza, se ha de aprovechar el tiempo para realizarla.</p>	Inspección por medio de un experto.	Las precauciones necesarias al momento de realizar la inspección.

Fuente: elaboración propia.

3.4.2.2. Líneas

Al igual como se veía en el tablero principal, el mantenimiento de las líneas eléctricas ha de garantizar el estado de las mismas. La tabla XXXII presenta el plan de mantenimiento para estas.

Tabla XXXII. **Plan de mantenimiento a las líneas eléctricas**

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Anual	Verificación del aislamiento de las líneas eléctricas.	Verificar que las líneas se encuentren aisladas dentro de las tuberías correspondientes.	Verificar que el cableado bajo por los ductos adecuados y que los mismos no presenten daños o quebraduras.	Inspección por medio de un experto.	Las precauciones necesarias al momento de la inspección.
	Verificación del estado de las líneas.	Verificar cables quemados (o recalentados).	-		
	Verificación de empalmes.	Verificar el estado de los empalmes.	Verificar que los empalmes se encuentren unidos y aislados.		

Fuente: elaboración propia.

3.4.2.3. Tomacorrientes

Respecto a los tomacorrientes, el mantenimiento estará orientado a la conservación de estos, de manera que no presenten daños (ver tabla XXXIII).

Tabla XXXIII. **Plan de mantenimiento a tomacorrientes**

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Trimestral	Verificación de estado de tomacorrientes.	Verificación de estado de tomacorrientes.	Se debe realizar una inspección cuidadosa para identificar daños. En caso de poderse hacer algún tipo de limpieza, se ha de realizar.	Inspección por medio de experto.	Las precauciones necesarias al momento de la inspección.
		Verificación de conexiones de cables a tomacorrientes.	Verificación de los cables conductores y sus tornillos (debidamente ajustados).		
		Verificación de estado de tapaderas de tomacorrientes.	Se debe realizar una inspección cuidadosa para ver tapaderas quebradas.		

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Plan de mantenimiento de equipo

Se plantea como hacer el mantenimiento del equipo.

3.4.3.1. Luces

De igual forma se elabora un plan de mantenimiento para las lámparas, reflectores y otros lumínicos de la organización. La tabla XXXIV, presenta el plan de mantenimiento correspondiente.

Tabla XXXIV. **Plan de mantenimiento a lámparas**

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Mensual	Verificación de estado de de lámparas.	Identificación de las lámparas que no están funcionando (quemadas, o a punto de quemarse).	Se ha de tener en cuenta el tiempo de operación de las lámparas. Se ha de realizar una inspección cuidadosa para determinar aquellas que requerirán algún cambio.	Por medio de personal asignado para la verificación del estado de las lámparas.	Las precauciones necesarias al momento de la inspección y limpieza.
	Verificación de los <i>socket</i> de las lámparas.	Identificación de <i>sockets</i> recalentados.	En caso de requerirse algún cambio se ha de verificar que se mantenga el tipo de lámpara cambiada.		
	Limpieza general de lámparas.	Las lámparas no deberán presentar polvo ni otras suciedades.	Se ha de verificar una limpieza exhaustiva en cada una de las lámparas, para evitar que elementos como el polvo pueda dañar en un futuro las lámparas.	Personal de limpieza de la organización.	

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.2. Transmisores de radio

Respecto a los transmisores de radio, el plan de mantenimiento está elaborado para garantizar el funcionamiento del mismo. La tabla XXXV, presenta su plan de mantenimiento.

Tabla XXXV. **Plan de mantenimiento al equipo de transmisión de radio**

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Semestral	Limpieza general.	El equipo se ha de mantener libre de polvo y otras suciedades.	Al momento de la limpieza general, se ha de verificar y limpiar los ductos de ventilación del equipo.	Limpieza general por medio de un experto.	Las precauciones necesarias al momento de la inspección y limpieza.
	Verificación de conexiones eléctricas.	Verificación de cableado del equipo.	Se ha de realizar una inspección minuciosa, para identificar posibles cables dañados, así como obstrucciones en su ventilación.	Verificaciones realizadas por medio de un experto.	
	Verificación de funcionamiento.	Verificación de la correcta transmisión y del funcionamiento de los componentes del equipo.	Se ha de seguir las sugerencias del experto para poder realizar las pruebas correspondientes.		

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.3. Transmisores de oficina

La tabla XXXVI, presenta el plan de mantenimiento elaborado para el equipo de oficina.

Tabla XXXVI. **Plan de mantenimiento al equipo de oficina**

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Trimestral	Limpieza general.	El equipo se ha de mantener libre de polvo y otras suciedades.	Al momento de la limpieza general, se ha de realizar una limpieza cuidadosa del equipo, cuidando el desmontaje y montaje del mismo. Verificar que los expertos utilicen el equipo adicional necesario para la aspiración de polvo, entre otros.	Limpieza general por medio de un experto.	Las precauciones necesarias al momento de la inspección y limpieza.
	Verificación de conexiones eléctricas.	Verificación de cableado del equipo.	Se ha de realizar una inspección minuciosa, para identificar posibles cables dañados, así como obstrucciones en la ventilación del equipo.	Verificaciones realizadas por medio de un experto.	

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.4. Bomba de agua

Asimismo, se elabora un plan de mantenimiento que garantice el buen funcionamiento de la bomba de agua. La tabla XXXVII, presenta dicho plan.

Tabla XXXVII.

Plan de mantenimiento de la bomba de agua

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Mensual	Limpieza del área donde se encuentra ubicada la bomba.	El área donde se encuentra la bomba debe de estar libre de basura, polvo y otras suciedades.	Se ha de garantizar una exhaustiva limpieza.	Limpieza por medio del personal de limpieza de la organización.	Las precauciones necesarias al momento de la inspección limpieza.
	Limpieza general de la bomba (externa).	El tanque de la bomba (parte externa) debe de encontrarse libre de suciedades.			
	Verificación de las tuberías de la bomba.	Verificación de posibles fugas en las tuberías de la bomba.	Se ha de realizar una inspección cuidadosa para poder determinar posibles fugas de agua.	Inspección por medio de un experto.	
	Verificación de funcionamiento.	Verificación de presión en el neumático de la bomba.	La presión del neumático debe presentar niveles ideales de 40 psi en parada y 20 psi en arranque.		

Fuente: elaboración propia.

3.4.3.5. Equipo de televisión

Al igual como se elabora un plan de mantenimiento para el equipo de radio, se elabora un plan de mantenimiento del equipo de televisión, el cual se aprecia en la tabla XXXVIII.

Tabla XXXVIII.

Plan de mantenimiento al equipo de televisión

FRECUENCIA	ACCIONES	ASPECTOS A CUIDAR	OBSERVACIONES	MEDIOS Y FORMAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Semestral	Limpieza general.	El equipo se ha de mantener libre de polvo y otras suciedades.	Al momento de la limpieza general, se ha de verificar y limpiar los ductos de ventilación del equipo.	Limpieza general por medio de un experto.	Las precauciones necesarias al momento de la inspección y limpieza.
	Verificación de conexiones eléctricas.	Verificación de cableado del equipo.	Se ha de realizar una inspección minuciosa, para identificar posibles cables dañados, así como obstrucciones en su ventilación.	Verificaciones realizadas por medio de un experto.	
	Verificación de funcionamiento.	Verificación de la correcta transmisión y del funcionamiento de los componentes del equipo.	Se ha de seguir las sugerencias del experto para realizar las pruebas correspondientes.		

Fuente: elaboración propia.

3.5. Evaluación económica

Se hace un análisis de cómo está la economía actualmente a su alrededor.

3.5.1. Costo de implementación del plan

Muchas de las medidas propuestas previamente, representan una inversión para la Iglesia Familiar Cristiana Bethania. Es importante recordar, que especialmente por tratarse por una Organización No Lucrativa, cuyo fin social depende de las diferentes contribuciones de sus miembros, cualquier acción debe de ser evaluada financieramente antes de su implementación.

Por ende se procede a realizar un costo de las diferentes medidas que pueden ser tomadas por el Programa de producción más limpia, con el fin de determinar prioridades que se ajusten a los recursos actuales de la Iglesia.

3.5.1.1. Presupuesto

Se inicia con las cotizaciones de las 11 medidas previamente establecidas. Se elabora la tabla XXXIX, para indicar la inversión, principales actividades a llevar a cabo, así como algunas observaciones sobre las medidas.

Tabla XXXIX. **Presupuesto de la implementación de medidas de producción más limpia**

MEDIDA	ACCIÓN	ACTIVIDADES	RECURSOS	INVERSIÓN TOTAL (Q)	OBSERVACIONES
1	Eliminación banco transformadores.	Remover cableado de transformadores adicionales. Cablear directo del transformador a las líneas de alimentación.	Contratación de un experto para la realización de actividades.	300	El proceso de eliminación del banco de transformadores, requerirá un descenso gradual del amperaje consumido por las áreas hasta alcanzar los niveles propuestos.

Continuación de la tabla XXXIX.

2,3 y 4	Redistribución de circuitos en 5 tableros (uno por área). Redistribución de circuitos de toma corrientes e iluminación. Cableado nuevo para los circuitos.	Instalación de tableros. Cableado de alimentación de energía. Distribución de energía. Entubado.	Contratación de expertos para la redistribución de circuitos, instalación de tableros y re cableado.	19 105	
5	Cambio de lámparas incandescentes a lámparas de tipo ahorrador (ver tabla 20 para detalles).	Compra de lámparas. Instalación de lámparas. Plan de desechos para las lámparas.	Compra de 178 lámparas incandescentes y 92 led. Apoyo del personal de mantenimiento de la Iglesia para la instalación de lámparas.	24 621	
6	Cambio de monitores CRT a monitores led.	Compra de monitores. Instalación de monitores. Plan de desechos para los monitores.	Compra de 30 monitores. Apoyo del personal de informática para la instalación de monitores.	25 200	
7	Automatización de luz artificial (ver detalle en tabla XXIII).	Instalación de sensores. Creación de circuito de respuesta iluminación.	Contratación de un experto para la realización de actividades.	600	
8	Priorización de uso de luz natural.	Uso de la luz natural en lugar de la artificial en los horarios descritos en la tabla 24 del presente documento.	Apoyo de todo el personal de la organización.		Se puede crear un sistema de recompensa al área que logre un mayor ahorro por uso de luz natural.

Continuación de la tabla XXXIX.

9	Apagado de equipo al finalizar jornadas y durante recesos.	Comunicación de norma a personal. Apagado y encendido de equipo.	Apoyo del personal para implementación de las acciones.		Se puede reforzar esta acción, mediante el monitoreo del apagado del equipo.
10	Centralización del uso de microondas, cafeteras, dispensadores de agua, entre otros.	Creación de calendario de uso microondas, cafeteras, dispensadores de agua, entre otros. Comunicación de calendario.	Apoyo de todo el personal de la organización para utilizar únicamente el equipo en las fechas indicadas.		Se puede crear un sistema de recompensa por el esfuerzo de centralizar el uso de dicho equipo.
11	Colocación de señales para apagadores de lámparas.	Impresión en adhesivo de las señales. Pegar las mismas.	Impresión de 383 señales. Apoyo de algún miembro del comité para realizar el pegado correspondiente de señales.	191,5	
TOTALES		70 017,5			

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, se procede a realizar las cotizaciones correspondientes por apoyo de expertos, para la implementación de los respectivos planes de mantenimiento para los elementos detallados en el apartado 3.4. Se construye la tabla XL para agrupar estos datos.

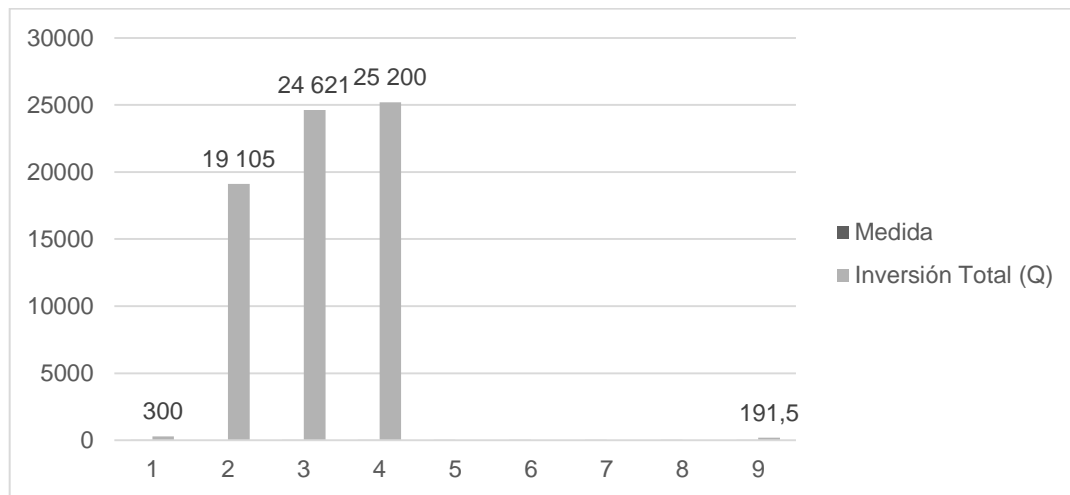
Tabla XL. **Presupuestos para la implementación de los planes de mantenimiento**

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA	¿APOYO DE EXPERTOS?	ACTIVIDADES	HONORARIOS (Q)
Banco de transformadores	Si	Verificación del nivel de aceite y estado del cilindro Limpieza en general	1 500
Planta eléctrica	Si - únicamente para la limpieza y servicio general para el equipo	Limpieza y servicio general para el equipo	1 800
Transferencia eléctrica	Si	Limpieza y verificación general de la transferencia	1 300
Caja general de distribución	Si	Visita de experto para verificación del cableado	150
Líneas eléctricas	Si	Visita de experto para inspección del cableado	200
Toma corrientes	Si	Visita de experto para inspección de los toma corrientes	175
Luces	Si - únicamente al momento de la capacitación al responsable de la verificación de luces	Capacitación al responsable de verificación de luces	200
Transmisor de radio	Si	Limpieza y verificación de equipo por medio del experto	800
Equipo de oficina	Si	Limpieza y verificación de equipo por medio del experto	1 800
Bomba de agua	Si - únicamente para la verificaciones dela bomba	Verificación de funcionamiento de la bomba	450
Televisión	Si	Limpieza y verificación de equipo por medio del experto	800
TOTALES			9 175

Fuente: elaboración propia.

En la figura 40, se observa un resumen de inversiones totales por medida propuesta, con base en el presupuesto elaborado en la tabla XL.

Figura 40. **Resumen del total de inversiones por medida propuesta**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

3.5.1.2. **Proyecciones de ahorros**

En la evaluación y análisis de las diferentes medidas, se realizan proyecciones de los diferentes ahorros (en consumo eléctrico y su equivalente monetario) que pueden ocurrir tras su implementación. Se construye la tabla XLI, para resumir dichas proyecciones.

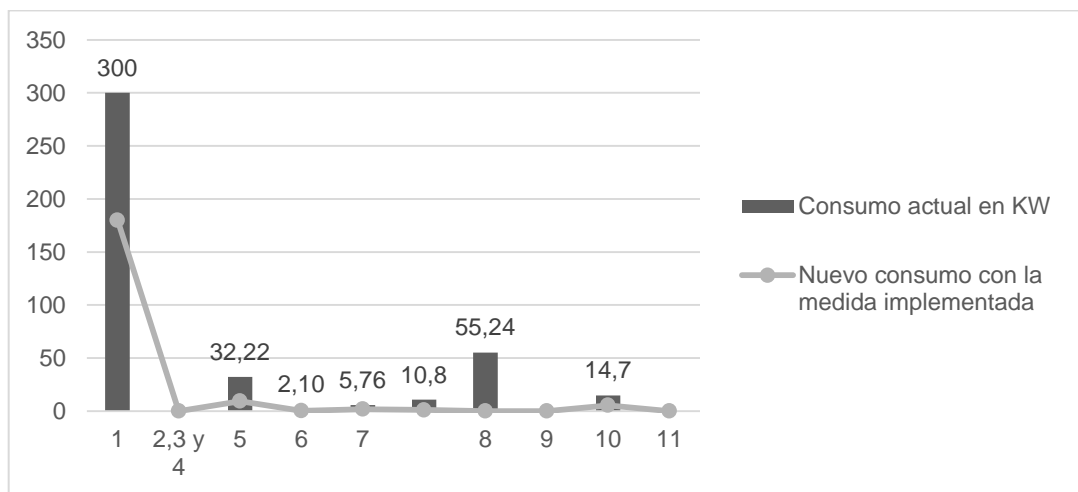
Tabla XLI. **Proyecciones de ahorros por medida de producción más limpia**

PROYECCIONES DE AHORROS TRAS IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA										
MEDIDA	ACCIÓN	CONSUMO ACTUAL (KW)	NUEVO CONSUMO (KW)	AHORRO DIARIO (KW)	AHORRO MENSUAL (KW)	AHORRO ANUAL (KW)	AHORRO MENSUAL (Q)	AHORRO ANUAL (Q)	OBSERVACIONES	
1	Eliminación banco transformadores.	300	180	120	480	5 760	312	3 744		
2,3 y 4	Redistribución de circuitos.								El ahorro se podrá ver en el ahorro de diferentes acciones por mitigación de daños a consecuencia de riesgos, entre otros.	
	Redistribución de circuitos de toma corrientes e iluminación Cableado nuevo para los circuitos.									
5	Cambio de lámparas incandescentes a lámparas de tipo ahorrador.	32,22	9,34	22,88	686,28	8 235,36	446,08	5 352,98		
6	Cambio de monitores CRT a monitores led.	2,1	0,36	1,74	52,2	626,4	33,93	407,16		
7	Automatización de luz artificial en baños de salones.	5,76	1,92	3,84	115,2	1 382,40	74,88	898,56		
8	Automatización de luz artificial en pasillos.	10,8	1,08	9,72	291,6	3 499,20	189,54	2 274,48		
	Priorización de uso de luz natural.	55,24	0	55,24	1104,8	13 257,60	718,12	8 617,44	Ver consumos adicionales por hora, en caso descuidos ocasionales de apagado de equipo y/o iluminación, en la parte de anexos.	
9	Apagado de equipo al finalizar jornadas y durante recesos.									
10	Centralización del uso de microondas, cafeteras, dispensadores de agua, entre otros en el área Colegio Génesis.	14,7	5,4	9,3	186	2 232,00	120,9	1 450,80		
11	Cobcación de señales para apagadores de lámparas.								El ahorro se dará en la reducción de consumos adicionales que puedan ocurrir por desconocimiento de localización de apagadores.	
TOTALES				222,716	2 916,08	34 992,96	1 895,45	22 745,42		

Fuente: elaboración propia.

En la figura 41, se puede observar la comparación entre el consumo de energía eléctrica en kilowatt actual, *versus* aquel estimado tras la implementación de las medidas de producción más limpia.

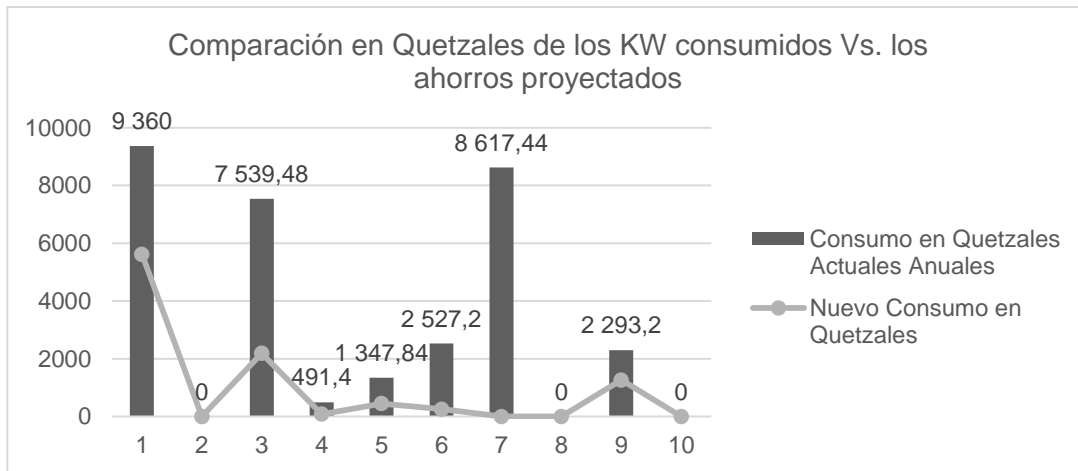
Figura 41. **Comparación de consumos actuales en kilowatt *versus* los ahorros proyectados**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Al igual que en la figura 41, se observa una comparación del equivalente monetario del consumo de kilowatt previamente establecido en la figura 42.

Figura 42. **Comparación en quetzales de los kilowatt consumidos versus los ahorros proyectados**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

3.5.1.3. Tiempo de retorno

Asumiendo, la implementación de todas las medidas previamente indicadas, se posee una inversión total de Q 70 017,5, la cual con base en el ahorro en quetzales anual de Q 22 745,42, se puede calcular con base en la fórmula vista en el apartado 1.5.8.2.

$$PR = I/IN$$

En donde el periodo o tiempo de retorno es igual a la inversión total (I) dividida entre el ingreso neto o ahorro (IN)

$$PR = 70\ 017,5 / 22\ 745,42$$

Se tiene como resultado un periodo o tiempo de retorno de 3 años (datos aproximados).

$$PR = 3,07$$

Dato aceptable, según los límites establecidos en el apartado 1.5.8.2, en donde se consideraba un tiempo de retorno desfavorable si este superaba los 9 años.

3.5.1.4. Análisis de rentabilidad

Asimismo, se realiza un análisis de la rentabilidad de la inversión, con base en los datos previamente establecidos, para lo cual se toma la fórmula vista en el apartado 1.5.8.2., en donde:

$$R = IN/I \times 100 \%$$

Por lo que se obtiene:

$$R = 22\,745,42 / 70\,017,5$$

Dando como resultado una rentabilidad del 32 % (datos aproximados)

$$R = 32,49 \%$$

Dato aceptable, según los límites establecidos en el apartado 1.5.8.2., en donde se consideraba una rentabilidad desfavorable si este era menor al 12 %.

3.6. Selección de soluciones para su implementación

Observando la rentabilidad y periodo de inversión de la implementación de medidas, se procede a su análisis individual, para selección y priorización de medidas que permitan la implementación total del Programa de producción más limpia. Para esto en conjunto con el Comité de producción más limpia, se categoriza cada una de las medidas en alta, media y bajas.

Se identifican medidas en prioridad alta, como aquellas cuya inversión y ahorro proyectado demandan una implementación de forma inmediata, en una I fase de implementación; en prioridad media, aquellas que pueden ser implementadas en una II fase de implementación, sujetas a la decisión del comité, directivos y fondos de la organización; y en prioridad baja, aquellas que serán implementadas en una III fase, de igual forma sujetas a las decisiones de la organización.

Ver la tabla XLII, para observar el listado de medidas y su prioridad dada.

Tabla XLII.

Lista y análisis de medidas según prioridad de implementación

MEDIDA	ACCIÓN	INVERSIÓN TOTAL	GOSTO ACTUAL ANUAL DE KW CONSUMIDOS (Q)	NUOVO COSTO ACTUAL ANUAL DE KW CONSUMIDOS (Q)	AHORRO PROYECTADO ANUAL (Q)	PRIORIDAD	OBSERVACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN
1	Eliminación banco transformadores.	300	9 360	5 616	3 744	Baja	La medida se implementará luego de asegurar el descenso en KW y amperes del consumo de todas las áreas.
2,3 y 4	Redistribución de circuitos en 5 tableros (uno por área) Redistribución de circuitos de toma corrientes e iluminación. Cableado nuevo para los circuitos.	19 105	0	0	0	Baja	Medida preventiva.
5	Cambio de lámparas incandescentes a lámparas de tipo ahorrador, en el auditorium.	24 621	7 539,48	2 186,50	5 352,98	Alta	La medida se podrá implementar en tres fases para realizar la inversión gradualmente.
6	Cambio de monitores CRT a monitores led.	25 200	1 347,84	449,28	898,56	Media	La medida se podrá implementar en dos fases para realizar la inversión gradualmente.
7	Automatización de luz artificial (ver detalle en tabla 23, del presente documento).	600	2 527,20	252,72	2 274,48	Alta	
8	Priorización de uso de luz natural.		8 617,44	0	8 617,44	Alta	
9	Apagado de equipo al finalizar jornadas y durante recesos.		0	0	0	Alta	
10	Centralización del uso de microondas, cafeteras, dispensadores de agua, entre otros.		2 299,20	1 263,60	1 029,60	Alta	
11	Colocación de señales para apagadores de lámparas.	191,5	0	0		Media	Medida preventiva.

Fuente: elaboración propia.

De lo anterior, se agrupa las medidas de producción más limpia según su prioridad e implementación según fase propuesta (ver tabla XLIII).

Tabla XLIII. **Lista de medidas prioridad de implementación**

I FASE DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA				
Medida	Acción.	Inversión Total	Prioridad de Implementación	Observaciones para la Implementación.
5	Cambio de lámparas incandescentes a lámparas de tipo ahorrador.	24 621	Alta	La medida se implementará gradualmente.
8	Priorización de uso de luz natural.		Alta	Medida como parte de buenas prácticas operativas.
9	Apagado de equipo al finalizar jornadas y durante recesos.		Alta	Medida como parte de buenas prácticas operativas.
10	Centralización del uso de microondas, cafeteras, dispensadores de agua, entre otros.		Alta	Medida como parte de buenas prácticas operativas.
7	Automatización de luz artificial.	600	Alta	
TOTAL DE INVERSIÓN				Q. 25 221
II FASE DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA				
Medida	Acción	Inversión Total	Prioridad de Implementación	Observaciones para la Implementación.
6	Cambio de monitores CRT a monitores led.	25 200	Media	Sujetas a la decisión de los directivos, fondos de la organización y comité de producción más limpia.
11	Colocación de señales para apagadores de lámparas.	191,5	Media	

Continuación de la tabla XLIII.

TOTAL DE INVERSIÓN				Q. 25 391,5
III FASE DE IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA				
Medida	Acción	Inversión Total	Prioridad de Implementación	Observaciones para la Implementación.
1	Eliminación banco transformadores.	300	Baja	Sujetas a la decisión de los directivos, fondos de la organización y comité de Producción Más Limpia.
2,3 y 4	Redistribución de circuitos en 5 tableros (uno por área) Redistribución de circuitos de toma corrientes e iluminación Cableado nuevo para los circuitos.	19 105	Baja	
TOTAL DE INVERSIÓN				19 405

Fuente: elaboración propia.

3.6.1. Plan de acción para la implementación de medidas de producción más limpia

Con base en los datos anteriores, se elabora un plan de acción para la implementación de medidas. Dicho plan se visualiza en la tabla XLIV.

Tabla XLIV. **Plan de acción para la implementación de medidas de producción más limpia**

Objetivo	Lograr hasta unos 20 % de reducción del consumo eléctrico en la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, por medio de buenas prácticas operativas, cambio de lámparas y otros luminicos; así como automatización de luz artificial.				Medios de Verificación	Registros de monitoreo por parte del Comité de producción más limpia				
						Facturas de consumo				
Acción	Actividades	Tiempo Aproximado (días)	Recursos Necesarios para las Actividades	Inversión Total	Actividades en caso de desechos	Responsable	Supuestos			
Cambio de lámparas - Etapa I	Compra de 90 lámparas ahorradoras.	1	Lámparas.	3870	Las lámparas reemplazadas, al estar en buen estado, servirán de repuesto para las lámparas a utilizar en la parte en donde se ha automatizado la luz artificial.	Administrador General				
	Instalación de 90 lámparas ahorradoras en la parte del auditorium.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.							
	Compra de 40 lámparas fluorescentes.	1	Lámparas.	4360						
	Instalación de 40 lámparas fluorescentes.	5	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.							
Automatización de luz artificial	Instalación de sensores conectados a las lámparas en baños del Colegio Génesis.	2	Sensores.	600		Representante Colegio Génesis				
	Instalación de sensores conectados a las lámparas en pasillo del cuarto nivel del Colegio Génesis.	2	Expertos encargados de la automatización correspondiente.							
	Instalación de sensores conectados a las lámparas en baños del salón de actividades de la Nave Central.	2								
	Instalación de sensores conectados a las lámparas en pasillo de las oficinas en la Nave Central.	2								
Priorización de uso de luz natural	Memo de priorización de uso de luz natural para todas las áreas.	1	Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.	0		Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania				
Apagado de equipo al finalizar jornadas y durante recesos	Memo de normas de apagado de equipo para todas las áreas.	0	Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.	0		Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania				
Centralización del uso de microondas, cafeteras, dispensadores de agua en el Colegio Génesis	Elaboración de calendario de uso de microondas, cafeteras y dispensadoras de agua.	1	Representante Colegio Génesis.	0		Representante Colegio Génesis	Se cuenta con el apoyo e interés de parte de los directivos y personal de la organización para la implementación de las acciones. Se cuenta con disponibilidad del personal de mantenimiento de la organización y de la infraestructura para las instalaciones correspondientes.			
	Memo con el calendario de uso.	1								
Cambio de lámparas - Etapa II	Compra de 9 lámparas led	1	Lámparas.	9 000	Las lámparas reemplazadas, al estar en buen estado, servirán de repuesto para las lámparas a utilizar en la parte en donde se ha automatizado la luz artificial.	Administrador General				
	Instalación de 9 lámparas led para la parte del escenario del auditorium.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.							
Cambio de lámparas - Etapa III	Compra de 25 lámparas tipo ojos de buey led.	1	Lámparas.	875						
	Instalación de 25 lámparas tipo ojos de buey led en el auditorium.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.	0						
	Compra de 5 lámparas fluorescentes.	1	Lámparas.	545						
	Instalación de 5 lámparas fluorescentes en las oficinas de la Nave Central.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.	0						
	Compra de 23 lámparas tipo ojos de buey led.	1	Lámparas.	805						
	Instalación de 23 lámparas tipo ojos de buey led en oficinas de la Nave Central.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.	0						
	Compra de 37 lámparas fluorescentes.	1	Lámparas.	4 033						
	Instalación de 37 lámparas fluorescentes en el Colegio Génesis.	7	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.	0						
	Compra de 8 lámparas ahorradoras.	1	Lámparas.	258						
	Instalación de 6 lámparas ahorradoras en el Colegio Génesis.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.	0						
	Compra de 7 lámparas tipo ojos de buey led.	1	Lámparas.	245						
	Instalación de 7 lámparas tipo ojos de buey led para el área de Radio.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.	0						
	Compra de 18 lámparas tipo ojos de buey led.	1	Lámparas.	630						
	Instalación de 18 lámparas tipo ojos de buey led para el área de Televisión.	1	Apoyo del personal de mantenimiento de la organización.	0						
Actividades de Monitoreo	Monitoreo de uso de luz natural en las áreas de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania.	6	Miembro del comité de producción más limpia Cuadros de registro del monitoreo.	0					Representante Departamento Financiero	

Continuación de la tabla XLIV.

II FASE	Objetivo	Lograr hasta un 2 % de reducción adicional del consumo eléctrico de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, por medio del reemplazo de equipo.				Medios de Verificación	Registros de monitoreo por parte del Comité de producción más limpia Facturas de consumo.		
	Acción	Actividades	Tiempo Aproximado (días)	Recursos Necesarios para las Actividades	Inversión Total	Actividades en caso de desechos	Responsable	Supuestos	
	Cambio de monitores CRT a monitores LED	Compra de 30 monitores led. Instalación de monitores led en las oficinas del Auditorium, Colegio Génesis, Radio y Televisión.	1 4	Monitores led. Apoyo del personal de informática de la organización.	25 200 0	Los monitores reemplazados se desarmarán completamente y se agruparán en vidrio, circuitos electrónicos y plástico para la canalización respectiva del material y su reciclaje correspondiente.	Representante de Radio y TV.	Se cuenta con interés, compromiso y respaldo de parte de los directivos de la organización para la implementación de las medidas.	

III FASE	Objetivo	Lograr la eliminación del banco de transformadores, gracias a la reducción total del de amperaje, el cual aún en situaciones de consumo alto no sobrepasa los 200 amperios. Implementación de medidas de seguridad.				Medios de Verificación	Registros de monitoreo por parte del Comité de producción más limpia		
	Acción	Actividades	Tiempo Aproximado (días)	Recursos Necesarios para las Actividades	Inversión Total	Actividades en caso de desechos	Responsable	Supuestos	
	Eliminación banco transformadores	Desinstalación de conexiones. Instalación de nuevas conexiones.	1 1	Expertos encargados de la actividad correspondiente.	300	Los transformadores resultantes se han de vender.	Administrador General	Se mantiene el consumo reducido de amperaje, el cual no sobrepasa los 200 amperios. Se mantiene el interés y apoyo de parte de los directivos y personal de la organización para el control del consumo de energía. Se mantiene el interés, apoyo y respaldo para la implementación de medidas de seguridad.	
Redistribución de circuitos en 5 tableros (uno por área) Redistribución de circuitos de toma corrientes e iluminación Cableado nuevo para los circuitos	Instalación de tablero de 12 circuitos en auditorium.	1	Tablero de 12 circuitos Expertos encargados de la actividad correspondiente.	380	Administrador General				
	Cableado de alimentación de energía en auditorium.	3	Cable #8 Expertos encargados de la actividad correspondiente.	240					
	Distribución de circuitos en auditorium.	3	Filpones Expertos encargados de la actividad correspondiente.	1 080					
	Entubado del cableado en auditorium.	1	Polducto de 3/4" Expertos encargados de la actividad correspondiente.	59					
	Instalación de tablero de 12 circuitos en oficinas centrales de la nave central.	1	Tablero de 12 circuitos Expertos encargados de la actividad correspondiente.	380					
	Cableado de alimentación de energía en oficinas centrales de la nave central.	3	Cable #10 Expertos encargados de la actividad correspondiente.	2 560					
	Distribución de circuitos en oficinas centrales de la nave central.	3	Filpones Expertos encargados de la actividad correspondiente.	1 080					
	Entubado del cableado en oficinas centrales de la nave central.	1	Polducto de 3/4" Expertos encargados de la actividad correspondiente.	260					
	Instalación de tablero de 12 circuitos en Colegio Génesis.	1	Tablero de 12 circuitos Expertos encargados de la actividad correspondiente.	630					
	Cableado de alimentación de energía en Colegio Génesis.	3	Cable #12 Expertos encargados de la actividad correspondiente.	1 740					
	Distribución de circuitos en Colegio Génesis.	3	Filpones Expertos encargados de la actividad correspondiente.	1 080					
	Entubado del cableado en Colegio Génesis.	1	Polducto de 3/4" Expertos encargados de la actividad correspondiente.	210					
	Instalación de tablero de 8 circuitos en la Radio.	1	Tablero de 8 circuitos Expertos encargados de la actividad correspondiente.	325					
	Cableado de alimentación de energía en la Radio.	3	Cable #12 Expertos encargados de la actividad correspondiente.	3 860					
	Distribución de circuitos en la Radio.	3	Filpones Expertos encargados de la actividad correspondiente.	720					
	Entubado del cableado en la Radio.	1	Polducto de 3/4" Expertos encargados de la actividad correspondiente.	210					
	Instalación de tablero de 8 circuitos en la Televisión.	1	Tablero de 8 circuitos Expertos .	325					
	Cableado de alimentación de energía en la Televisión.	3	Cable #12 Expertos encargados de la actividad correspondiente.	3 040					
	Distribución de circuitos en la Televisión.	3	Filpones Expertos encargados de la actividad correspondiente.	720					
Entubado del cableado en la Televisión.	1	Polducto de 3/4" Expertos encargados de la actividad correspondiente.	186						

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS

4.1. Organización del personal de trabajo

Se ha mencionado en diversas ocasiones, que el éxito de la implementación de medidas de producción más limpia, requiere el compromiso e interés de parte de los colaboradores de cualquier institución.

Para poder mantener dicho compromiso e interés, se requiere en parte de mantener una constante comunicación con el personal de la organización, así como entre los miembros del comité de producción más limpia. Para esto, como se verá en el apartado 4.3, se destina un tiempo, dentro de las jornadas de capacitación, para comunicar medidas, acciones, entre otras.

Asimismo, dentro de reuniones del comité, se procede a organizar la implementación de actividades a realizar en la I Fase de implementación, resolver dudas y asignar ejecutores y responsables de las mismas.

Es importante resaltar, que la función de ejecutor, será aquella que ejecute la actividad descrita y la de responsable velará por la implementación dentro del tiempo y bajo los acuerdos correspondientes para esta.

Se elabora la tabla XLV, para resumir las actividades a realizar en la I Fase, los ejecutores y responsables por las mismas.

Tabla XLV. **Listado de actividades de la I fase de implementación, ejecutores y responsables**

LISTADO DE ACTIVIDADES ORGANIZADAS PARA LA I FASE DE IMPLEMENTACIÓN			
ACCIÓN	ACTIVIDADES	EJECUTOR	RESPONSABLE
Cambio de lámparas - Etapa I	Compra de 90 lámparas ahorradoras	Administrador general	Administrador general
	Instalación de 90 lámparas ahorradoras en la parte del auditorium	Personal de mantenimiento	
	Compra de 40 lámparas fluorescentes	Administrador general	
	Instalación de 40 lámparas fluorescentes en la parte del auditorium	Personal mantenimiento	
Automatización de luz artificial	Instalación de sensores conectados a las lámparas en baños del Colegio Génesis	Experto electricidad	Representante Colegio Génesis
	Instalación de sensores conectados a las lámparas en pasillo del cuarto nivel del Colegio Génesis	Experto electricidad	
	Instalación de sensores conectados a las lámparas en baños del salón de actividades de la Nave Central.	Experto electricidad	
	Instalación de sensores conectados a las lámparas en pasillo de las oficinas en la Nave Central	Experto electricidad	

Continuación de la tabla XLV.

Priorización de uso de luz natural	Memo de priorización de uso de luz natural para todas las áreas	Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania	Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
Apagado de equipo al finalizar jornadas y durante recesos	Memo de normas de apagado de equipo para todas las áreas	Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania	Gerente general de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
Centralización del uso de microondas, cafeteras, dispensadores de agua en el Colegio Génesis	Elaboración de calendario de uso de microondas, cafeteras y dispensadoras de agua	Representante Colegio Génesis	Representante Colegio Génesis
	Memo con el calendario de uso	Representante Colegio Génesis	
Cambio de lámparas - Etapa II	Compra de 9 lámparas led	Administrador general	Administrador general
	Instalación de 9 lámparas led para la parte del escenario del auditorium	Personal de mantenimiento	
Cambio de lámparas - Etapa III	Compra de 25 lámparas tipo ojos de buey led	Administrador general	Administrador general
	Instalación de 25 lámparas tipo ojos de buey led en el auditorium	Personal de mantenimiento	
	Compra de 5 lámparas fluorescentes	Administrador general	
	Instalación de 5 lámparas fluorescentes en las oficinas de la Nave Central	Personal de mantenimiento	
	Compra de 23 lámparas tipo ojos de buey led	Administrador general	

Continuación de la tabla XLV.

	Instalación de 23 lámparas tipo ojos de buey led en oficinas de la Nave Central	Personal de mantenimiento	Administrador general
	Compra de 37 lámparas fluorescentes	Administrador general	
	Instalación de 37 lámparas fluorescentes en el Colegio Génesis	Personal de Mantenimiento	
	Compra de 6 lámparas ahorradoras	Administrador general	
	Instalación de 6 lámparas ahorradoras en el Colegio Génesis	Personal de mantenimiento	
	Compra de 7 lámparas tipo ojos de buey led	Administrador general	
	Instalación de 7 lámparas tipo ojos de buey led para el área de Radio	Personal de mantenimiento	
	Compra de 18 lámparas tipo ojos de buey led	Administrador general	
	Instalación de 18 lámparas tipo ojos de buey led para el área de Televisión	Personal de mantenimiento	
Actividades de Monitoreo	Monitoreo de uso de luz natural en las áreas de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania	Representante Administrativo Financiero	Representante Administrativo Financiero

Fuente: elaboración propia.

4.2. Preparación y programación de la implementación

Se hace previa preparación y programación de la implementación del proyecto.

4.2.1. Calendarización de las medidas

Con base en la organización vista en el apartado 4.1 y los tiempos establecidos en el plan de acción visto en el apartado 3.6.1.1, se procede a calendarizar las mismas.

Para la I Fase, se contemplan como fecha de inicio de actividades el 01/07/13 y finalización de las mismas el 30/06/2014.

Para la II Fase, se contemplan como fecha de inicio de actividades el 01/07/14 y finalización de las mismas el 07/07/2014, considerando la aprobación de las actividades de parte de los directivos de la organización.

Para la III Fase, se contemplan como fecha de inicio de actividades el 01/08/14 y finalización de las mismas el 01/10/2014, de igual forma sujetas a las decisiones de los directivos y resultados de las primeras fases. El calendario de actividades se agrupa en la tabla XLVI.

Tabla XLVI. **Calendarización de actividades para la implementación de medidas**

ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FINAL	OBSERVACIONES
I FASE	01/07/13	30/06/14	Aprobada por
Cambio de lámparas - Etapa I	01/07/13	10/07/13	directivos
Automatización de luz artificial	01/07/13	10/07/13	
Memo priorización de uso de luz natural	01/07/13	01/07/13	
Memo apagado de equipo	01/07/13	01/07/13	
Memo centralización del uso de equipo eléctrico	01/07/13	01/07/13	
Monitoreo implementación de medidas I	23/08/13	26/08/13	
Monitoreo implementación de medidas II	18/10/13	21/10/13	
Monitoreo implementación de medidas III	29/11/13	02/12/13	
Monitoreo implementación de medidas IV	17/01/14	20/01/14	
Monitoreo implementación de medidas V	28/03/14	31/03/14	
Cambio de lámparas - Etapa II	02/12/13	03/12/13	
Cambio de lámparas - Etapa III	05/05/14	30/05/14	
Monitoreo implementación de medidas VI	23/05/14	26/05/14	
II FASE	01/07/14	07/07/14	Por aprobar
III FASE	01/08/14	01/10/14	Por aprobar

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se procede a graficar la I fase, por medio de la herramienta Diagrama de Gantt. Las gráficas se pueden observar en las figuras 43 a 48.

4.3. Capacitación del personal

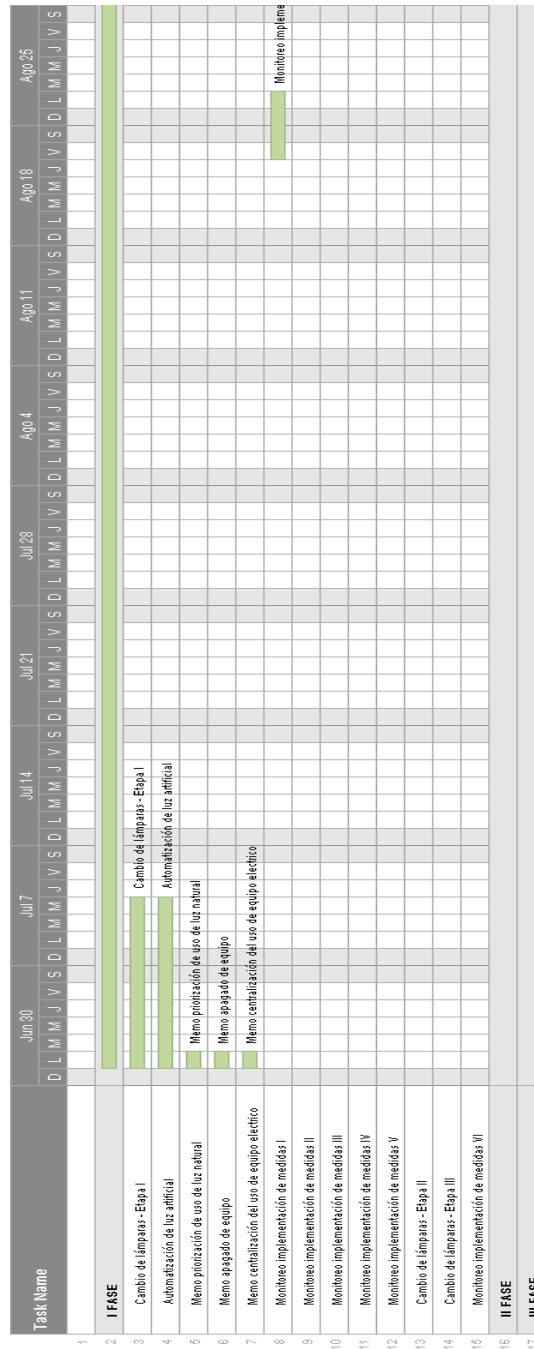
En el apartado 3.1.2, se veían resultados de una encuesta general que se hacía al personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania. En este se detectaba el interés que tenía el personal por ser parte de un Programa de producción

más limpia, así como el desconocimiento que se tenía en temas como ahorro de energía eléctrica, producción más limpia, entre otras.

Teniendo los resultados de dicha encuesta como base, se procede a formular un plan de capacitación del personal, que pueda servir de medio de comunicación y apoyo a las medidas a implementar. El mismo se aprecia en la tabla XLVII.

Figura 43.

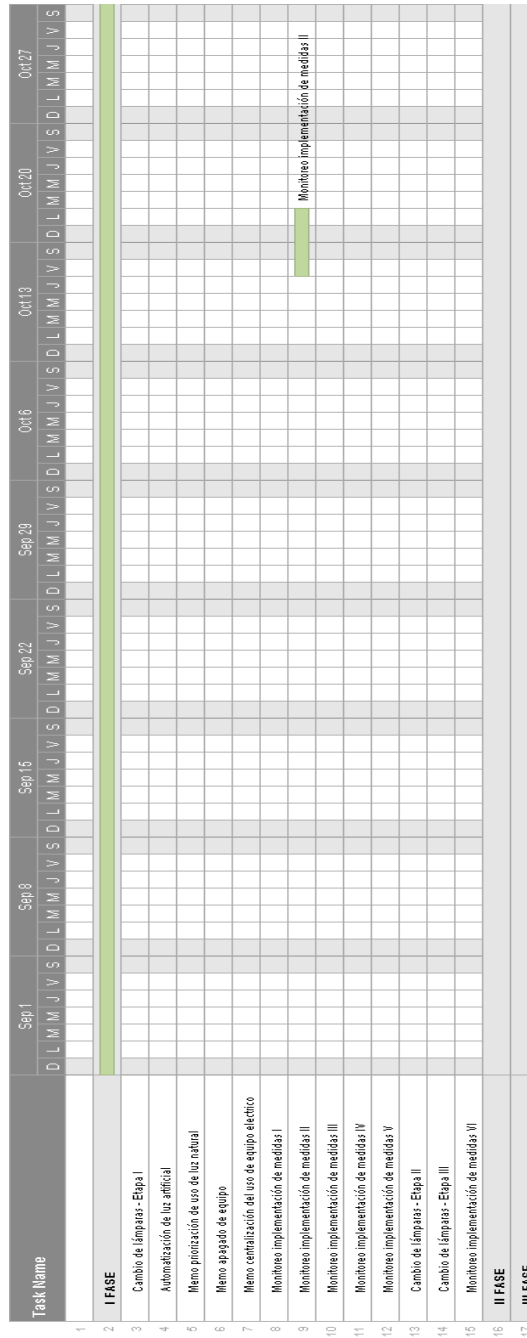
Diagrama de Gantt de implementación de medidas de julio y agosto de 2013



Fuente: elaboración propia.

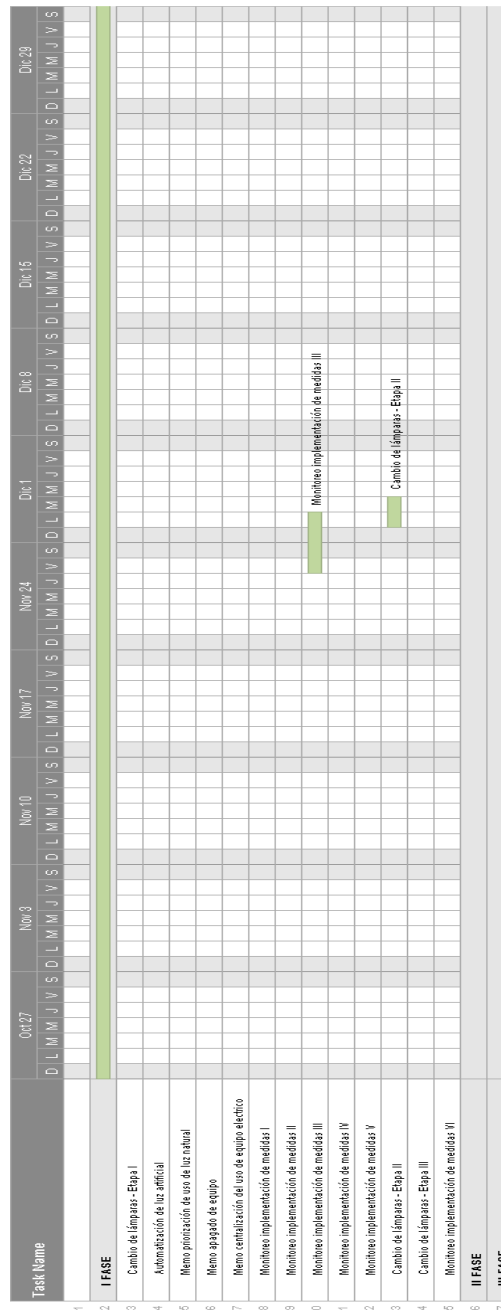
Figura 44.

Diagrama de Gantt de implementación de medidas de septiembre y octubre de 2013



Fuente: elaboración propia.

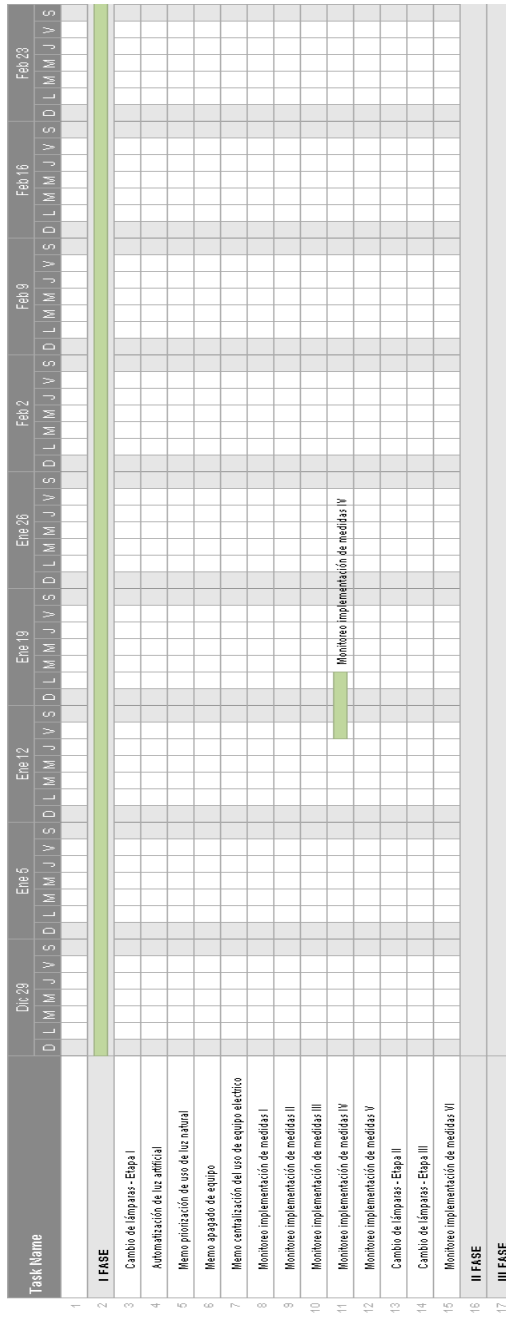
Figura 45. Diagrama de Gantt de implementación de medidas de noviembre y diciembre de 2013



Fuente: elaboración propia.

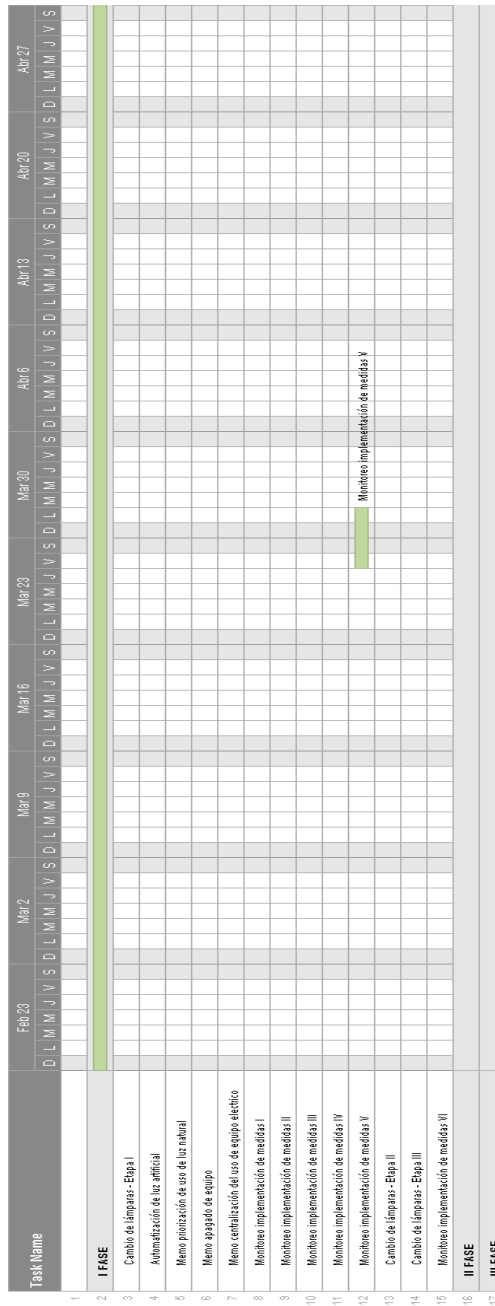
Figura 46.

Diagrama de Gantt de implementación de medidas de enero y febrero de 2014



Fuente: elaboración propia.

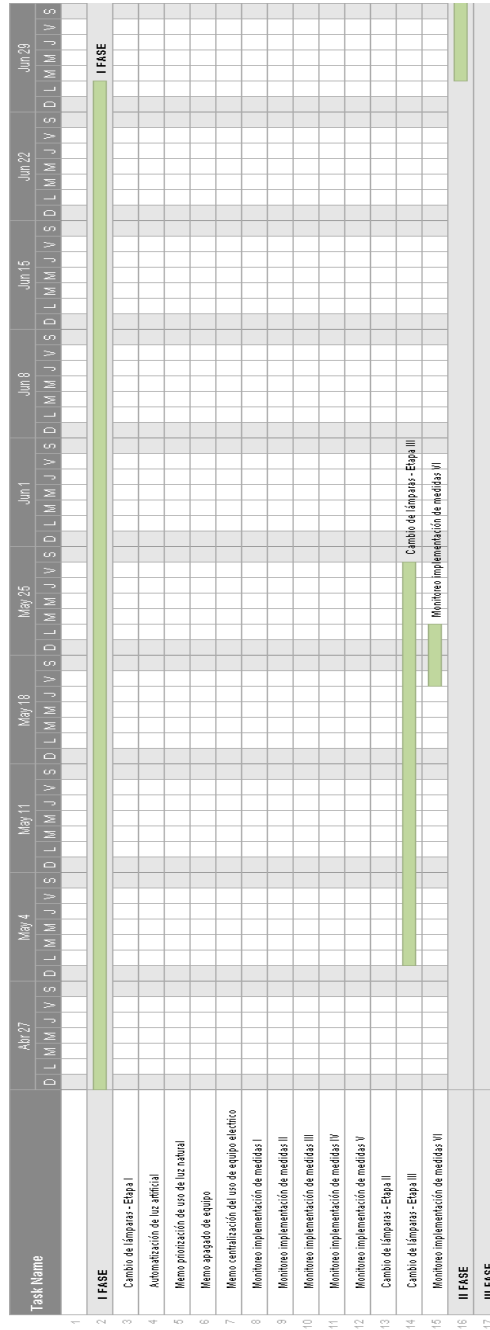
Figura 47. Diagrama de Gantt de implementación de medidas de marzo y abril de 2014



Fuente: elaboración propia.

Figura 48.

Diagrama de Gantt de implementación de medidas de mayo y junio de 2014



Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. Plan de capacitación para el personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania

PLAN DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL						
#	PARTE	TEMAS DE CAPACITACIÓN	FACILITADOR	FECHA	RECURSOS A UTILIZAR	CAPACITACIÓN DESTINADA PARA
	Producción más limpia	Producción más limpia conceptos, beneficios, medidas	Oscar Vásquez	24/05/2013	Salón para la conferencia	Personal en general de todas las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
		Ahorro de energía, conceptos			Audio para la capacitación	
		Espacio preguntas y respuestas				
		Elección de representantes para conformar el comité de producción más limpia				
2A	Producción más limpia	Resultados situación actual consumo energía	Oscar Vásquez	07/06/2013	Cañonera	Comité de producción más limpia
		Resultados situación actual riesgos			Salón para la conferencia	Directivos
		Posibles medidas a implementar por el Programa de producción más limpia				
		Priorización de medidas				
		Espacio para generar estrategias de implementación de medidas				
		Espacio preguntas y respuestas				
2B	Producción más limpia	Recorrido en general procesos, equipo eléctrico, etapas de consumo eléctrico	Oscar Vásquez	21/06/2013	Cañonera	Personal en general de todas las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
		Resultados generales situación actual consumo energía			Salón para la conferencia	
		Medidas acordadas a implementar por el Programa de producción más limpia			Audio para la capacitación	
		Generación de ideas para reforzar el compromiso de implementación de medidas			Papel y lápices	
		Espacio preguntas y respuestas				
3	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento preventivo, conceptos, importancia, beneficios	Oscar Vásquez	12/07/2013	Cañonera	Personal encargado de mantenimiento de la organización Directivos
		Elementos que requieren mantenimiento			Salón para la conferencia	
		Formas de mantenimiento básico del equipo			Audio para la capacitación	
		Planes de mantenimiento			Papel y lápices	
4	Mantenimiento preventivo y control	Formas para la recolección de datos de la carga (amperaje) del banco de transformadores	Oscar Vásquez	18/07/2013	Manuales	Comité de producción más limpia
		Formas para la inspección semanal de la planta eléctrica	Oscar Vásquez	18/07/2013	Manuales	Personal de mantenimiento
		Formas para el simulacro de corte y restauración de energía para la verificación del funcionamiento de la transferencia eléctrica	Oscar Vásquez	19/07/2013	Manuales	
		Formas de inspección de las lámparas	Oscar Vásquez	19/07/2013	Manuales	
		Limpieza correcta del área y parte externa de la bomba de agua	Oscar Vásquez	20/07/2013	Manuales	Personal de limpieza

Continuación de la tabla XLVII.

5	Programa de producción más limpia	Resultados generales consumo energía a la fecha	Oscar Vásquez	21/02/2014	Cañonera	Personal en general de todas las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
		Generación de ideas para reforzar el compromiso de implementación de medidas			Salón para la conferencia	
		Espacio para visualización de desafíos y oportunidades de las medidas implementadas			Audio para la capacitación Papel y lápices	
6	Programa de producción más limpia	Resultados generales consumo energía I Fase	Oscar Vásquez	18/07/2014	Cañonera	Personal en general de todas las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
		Generación de ideas para reforzar el compromiso de implementación de medidas			Salón para la conferencia	
		Espacio para visualización de desafíos y oportunidades de las medidas implementadas			Audio para la capacitación Papel y lápices	

Fuente: elaboración propia.

4.4. Campañas de ahorro

Las medidas formuladas y el plan elaborado para las mismas, hacen énfasis en el ahorro/reducción del consumo de energía. Como se ha mencionado en numerosas ocasiones, dicha reducción se logrará exitosamente, si se cuenta con un personal comprometido, interesado y sobretodo motivado para realizarlo.

Durante las jornadas de capacitación se dieron espacios para generar ideas que pudieran motivar la implementación de estas medidas por medio del personal. Las mismas fueron evaluadas por los directivos y comité de producción más limpia para que pudieran ser ejecutadas, como parte de la campaña de ahorro que pretende en parte el Programa de producción más limpia. Los resultados se observan en la tabla XLVIII.

Tabla XLVIII.

Sistema de recompensas por campaña de ahorro

DATOS A EVALUAR POR ÁREA	CRITERIOS	RECOMPENSA	RESPONSABLE
Consumo eléctrico, en kilowatt mensual	Área con mayor reducción de consumo	3 meses de consumo bajo: canje por desayuno/almuerzo para el área 6 meses de consumo bajo: canje por: día de convivencia a un lugar turístico de la elección del área 9 meses de consumo bajo: canje por un día de descanso de labores 12 meses de consumo bajo: canje por viaje a un departamento de Guatemala de la elección del área.	Representante de Departamento Administrativo Financiero
Apagado de equipo al finalizar jornadas y durante recesos	Persona con mayor frecuencia de cumplimiento mensual	Reconocimiento del área en el tablero de anuncios del Auditorium.	Representante de Departamento Administrativo Financiero
Centralización del uso de equipo eléctrico en el Colegio Génesis	Frecuencia de cumplimientos igual o mayor al 95 %	Hasta 15 días de refacciones para el personal del colegio.	Representante de Departamento Administrativo Financiero

Fuente: personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.

De igual forma, se procede a comunicar a los miembros de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania y sus áreas los esfuerzos a realizar dentro de la organización, con el fin de promover en ellos un uso apropiado de la energía durante sus visitas (especialmente a la hora de uso baños, entre otros).

Se espera que dicha campaña promueva en ellos de igual forma un consumo consiente de energía eléctrica en sus labores y hogares. En la tabla XLIX se resume dicha comunicación.

Tabla XLIX. **Plan de comunicaciones del programa de producción más limpia**

MEDIO DE COMUNICACIÓN	FRECUENCIA DE COMUNICACIÓN	COSTO	RECURSOS	RESPONSABLE
Sitio web	Semanal, durante un periodo de tres meses	0	Apoyo del encargado de la web	Representante de Radio y TV
Afiches dentro de las áreas	Impacto visual por visita	300	Impresión de afiches	
Anuncios durante los procesos de sermones	Semanal, durante un periodo de tres meses	0	Apoyo del pastor de turno	

Fuente: elaboración propia.

4.5. Monitoreo y evaluación de resultados

Se monitorea y evalúa los resultados del plan anterior.

4.5.1. Evaluación de los registros del medidor principal

Se realiza un monitoreo de las medidas implementadas, según el plan de acción descrito en el apartado 3.6.1.1. Se acuerda con los directivos de la organización realizar un registro de los consumos de kilowatt por un periodo de 12 meses, equivalente a la duración de la fase I de implementación.

Para esto se cuenta con el apoyo del representante Administrativo Financiero, miembro del comité, para la facilitación de algunos datos y reportes que permiten la agrupación de los datos observados en la tabla L.

En esta se especifica el consumo obtenido por mes, así como los retos vividos durante cada uno de los meses y observaciones generales a tomar en cuenta a la hora de analizar el consumo.

Para ver un mayor análisis y comparación de datos con registros de años anteriores, ver el apartado 4.4.6, en donde se realiza el informe correspondiente.

Tabla L. **Bitácora del consumo total, julio 2013 a junio 2014**

BITÁCORA DEL CONSUMO TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN PARA JULIO 2013 – JUNIO 2014			
MES ANALIZADO	CONSUMO (KW)	OBSERVACIONES	RETOS
Julio	6 440	Inicio de implementación de medidas de producción más limpia.	Implementación de medidas, priorización de luz natural y el apagado del equipo durante recesos. Centralización de equipo eléctrico en Colegio Génesis
Agosto	6 245	Mes regular de actividades.	
Septiembre	4 079	Se cuenta con una semana de receso por actividades de feria patronal en Quetzaltenango	
Octubre	5 847	Mes regular de actividades.	
Noviembre	4 568	Se cuenta con menores actividades en el área del Colegio Génesis, por descanso de fin de año de los alumnos.	

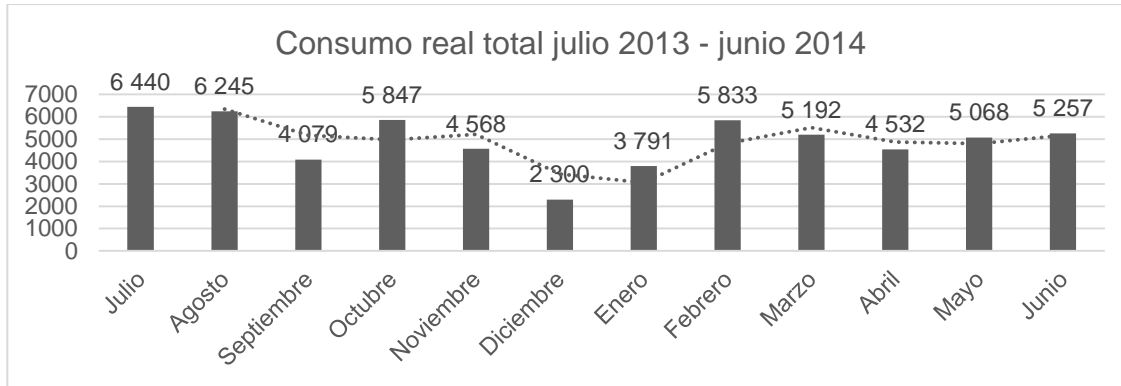
Continuación de la tabla L.

Diciembre	2 300	Se implementa según lo calendarizado la II etapa de cambio de lámparas en el auditorium. Se cuenta con cese de actividades por descanso de fin de año durante 15 días hábiles.	
Enero	3 791	Reinicio de actividades para todas las áreas.	Implementación de medidas: priorización de luz natural y el apagado del equipo durante recesos. Centralización de equipo eléctrico en Colegio Génesis (Personal asume que la implementación había terminado). Asimismo, las actividades adicionales ponen a prueba la implementación.
Febrero	5 833	Se cuenta con un evento adicional en el auditorium (Congreso para Pastores). Consumo adicional en escalas similares a los del proceso de sermones	
Marzo	5 192	Se cuenta con un domingo adicional dentro de lo estipulado por el mes, por lo cual se lleva a cabo un proceso adicional de sermones.	
Abril	4 532	Se cuenta con receso de una semana, por actividades de Semana Mayor.	
Mayo	5 068	Se lleva a cabo la III etapa de cambio de lámparas, según lo calendarizado.	
Junio	5 257	Se cuenta con un domingo adicional dentro de lo estipulado por el mes, por lo cual se lleva a cabo un proceso adicional de sermones.	
TOTALES	59152		
PROMEDIO	4929		

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, se grafican los resultados de la tabla L. Estos se pueden apreciar en la figura 49.

Figura 49. **Gráfica consumo total, julio 2013 a junio 2014**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Considérese, que la implementación de medidas se realiza de forma gradual; tanto en inversión económica respecto al cambio de lámparas, así como la adopción de buenas prácticas. Por ende, se tiene descensos de consumo de forma gradual, tal como lo muestra la figura 49.

4.5.2. Evaluación de los registros de los medidores internos

Asimismo, se realiza un registro de los consumos obtenidos por área, para el periodo de julio 2013 a junio de 2014 (ver tabla LI). Considerar en cada uno de los meses las observaciones y retos establecidos en la tabla L. Al igual, para considerar datos comparativos, ver el apartado 4.4.6 del presente documento.

Tabla LI. **Consumos reales totales por área, julio 2013 a junio de 2014**

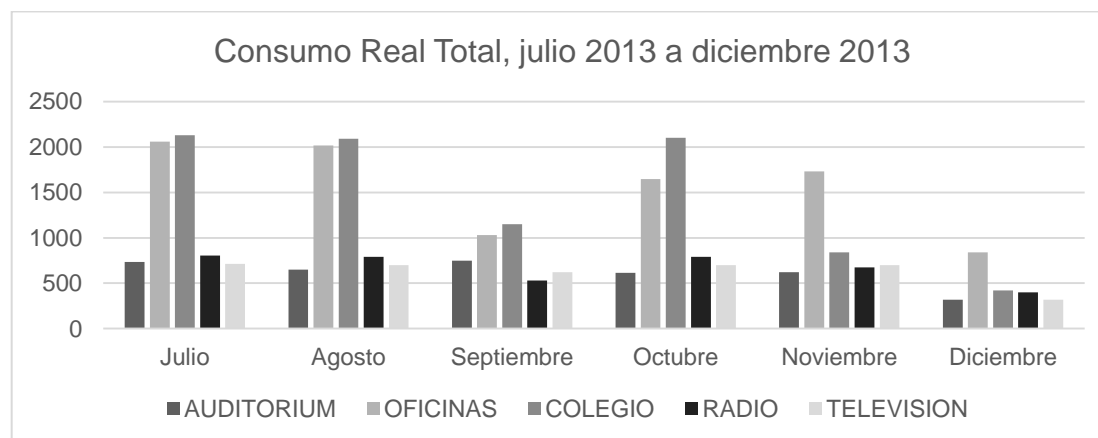
ÁREA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
AUDITÓRIUM	735	650	750	614	623	320
OFICINAS	2 058	2 018	1 029	1 645	1 730	840
COLEGIO	2 130	2 089	1 150	2 100	840	420
RADIO	805	790	530	790	675	400
TELEVISIÓN	711	698	620	698	700	320

ÁREA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
AUDITÓRIUM	300	500	400	300	345	400
OFICINAS	1 556	1 750	1 549	1 572	1 613	1 975
COLEGIO	950	2 343	2 100	1 625	1 930	1 693
RADIO	520	620	523	498	618	617
TELEVISIÓN	465	620	620	537	562	572

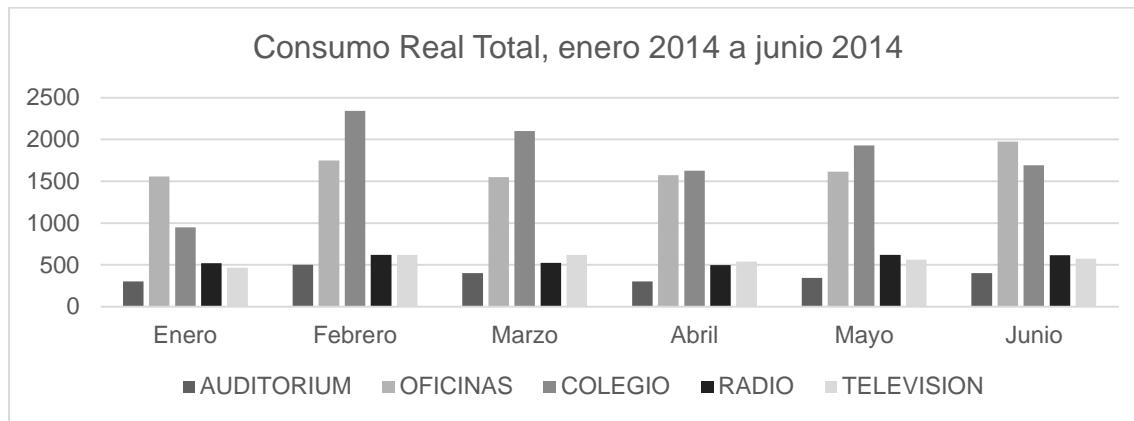
Fuente: elaboración propia.

De igual forma se grafican los consumos por área. Dichos resultados se observan en la figura 50.

Figura 50. **Gráfica consumo total por áreas, julio de 2013 junio de 2014**



Continuación de la figura 50.



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Tal como se muestra en las figura 50, las áreas con mayor tendencia de consumo son las oficinas administrativo – financieras de la Nave Central y el Colegio Génesis.

Es importante recordar las diferentes actividades que se llevan a cabo en cada una de ellas, especialmente el área del Colegio por las atenciones a alumnos que realiza. De igual forma, es necesario tomar en cuenta las observaciones realizadas por mes, en la tabla L.

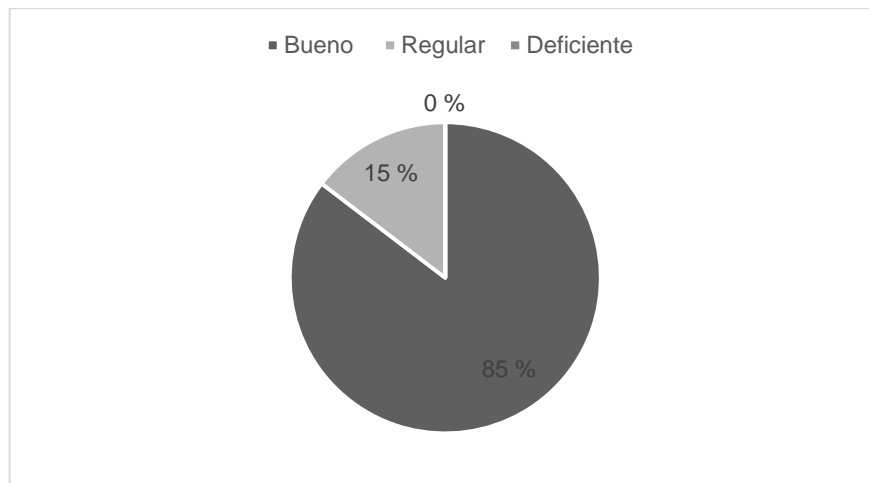
4.5.3. Encuestas de la participación y actitud de los usuarios

Como parte de la evaluación de resultados de la I Fase de implementación de las medidas de producción más limpia, se realiza una encuesta al personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania sobre su percepción hacia las mismas. Para esto se utilizó un instrumento, el cual contenía 10 preguntas, tipo cerrado,

las cuales fueron llenadas por 41 de 50 personas de la organización (82 %). Los resultados de la misma, se analizarán por pregunta realizada a continuación:

1. Hasta el momento, ¿cómo evaluaría las medidas implementadas de producción más limpia?

Figura 51. **¿Cómo evaluaría las medidas implementadas de producción más limpia?**

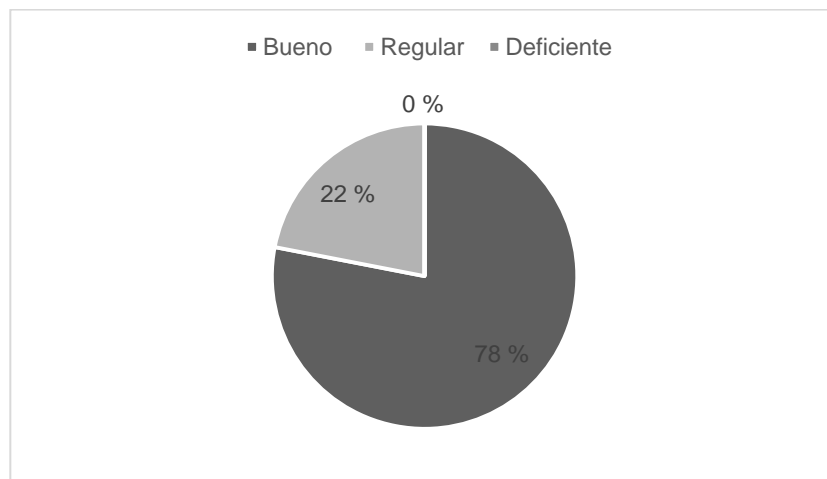


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Como se observa en la figura 51, el 85 % de los encuestados considera como buenas, las medidas de producción más limpia implementadas en la organización. Es importante observar que un 15 %, las evalúa como regulares, dando a lugar a sugerencias para el programa.

2. ¿Cómo evalúa los esfuerzos realizados por la organización para la implementación de medidas?

Figura 52. **¿Cómo evalúa los esfuerzos realizados por la organización para la implementación de medidas?**

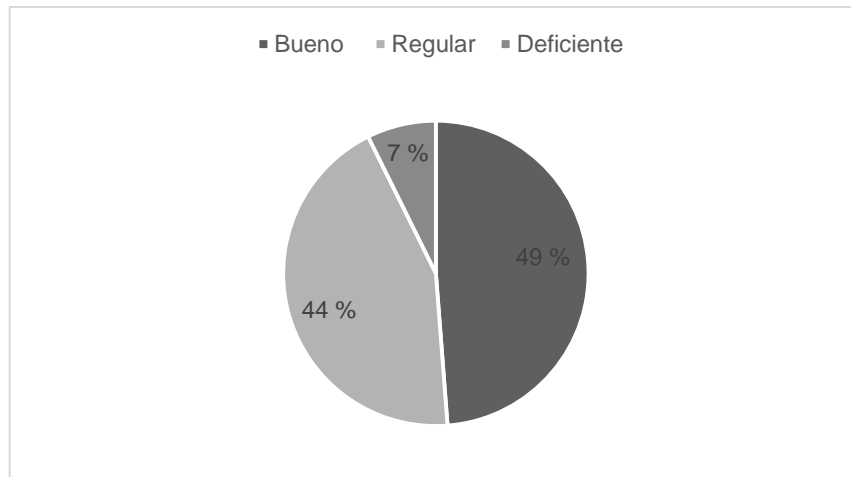


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Se observa en la figura 52, que un 78 % de los encuestados califica como buenos, los esfuerzos realizados por la organización en la implementación de medidas. Como se ha mencionado anteriormente, estos esfuerzos no implican únicamente una inversión monetaria; están al igual relacionados con los espacios para reuniones y formación, comunicación entre las áreas, entre otros.

3. ¿Cómo evalúa los esfuerzos realizados por su área para la implementación de medidas?

Figura 53. **¿Cómo evalúa los esfuerzos realizados por su área para la implementación de medidas?**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

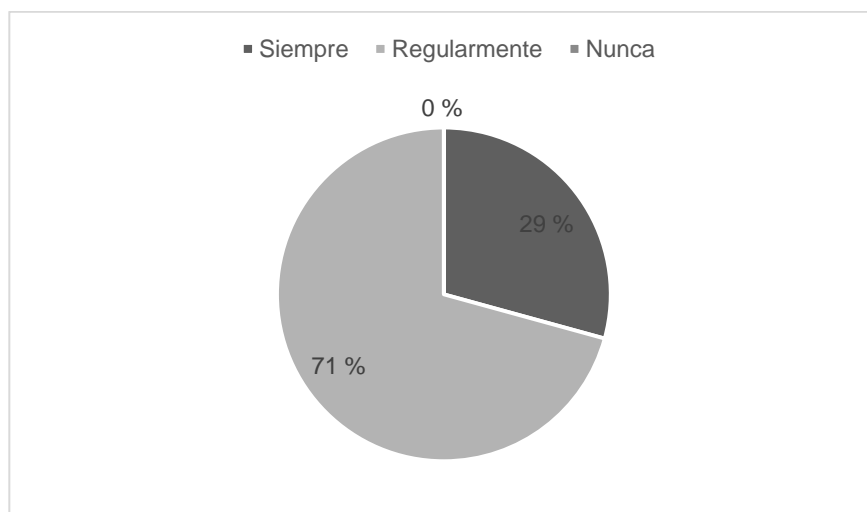
Asimismo, se solicita a los encuestados, calificar los esfuerzos realizados por su área de trabajo. A esto un 49 % lo califica como buenos, siguiéndole un 44 % como regular y un 7 % como deficiente. Dichos resultados, muestran algunos desafíos presentados para la implementación de medidas.

Es importante recordar, que muchas de las medidas propuestas se relacionaron con cambios en hábitos del personal, por ejemplo: utilizar un solo microondas, lo cual implica moverse de área, o priorizar la luz natural, lo que demanda abrir cortinas, entre otras.

Estas acciones implicaron dejar de lado la comodidad por un momento, con el fin de contribuir positivamente con el ambiente. Estas costumbres son difíciles de adquirir, como se ha visto previamente, por lo cual se da la percepción observada en la figura 53.

4. Hasta el momento, considera que la priorización del uso de luz natural en su área, se ha dado:

Figura 54. **Hasta el momento, considera que la priorización del uso de luz natural en su área, se ha dado (siempre, regularmente, nunca)**

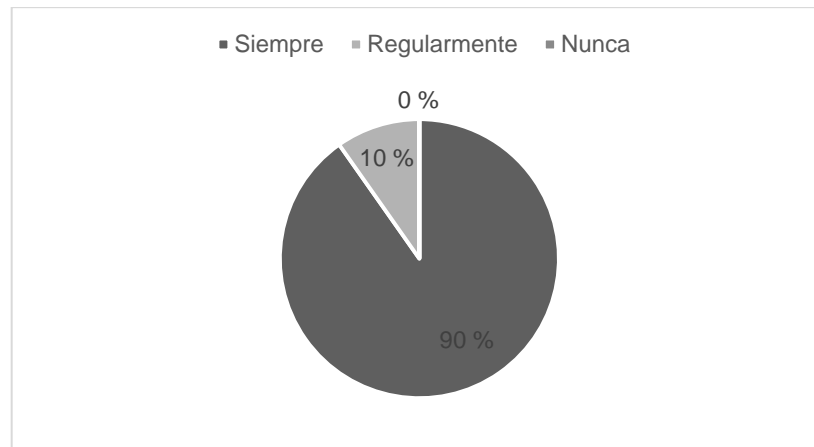


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Se observa en la figura 54, que los encuestados consideran, la priorización de luz natural como regular (71 %). Dichos resultados marcan los desafíos vistos por el programa, como se mencionaba en la pregunta 3, de la presente encuesta.

5. Hasta el momento, considera que el apagado de equipos al finalizar jornadas en su área, se ha dado:

Figura 55. **Hasta el momento, considera que el apagado de equipos al finalizar jornadas en su área, se ha dado (siempre, regularmente, nunca)**

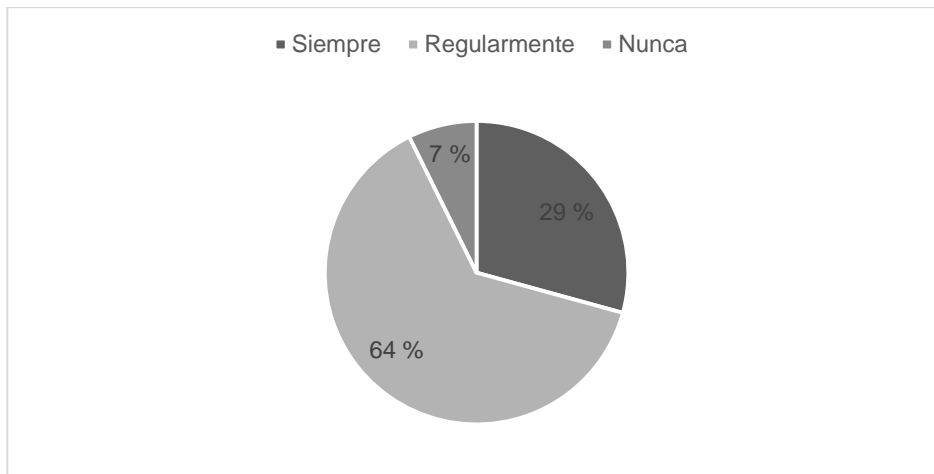


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

La figura 55, muestra que el apagado de equipos al finalizar jornadas, tiende a darse siempre (90 %). Esto reitera un buen hábito del personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, de velar por que sus equipos de trabajo no solo no consuman energía eléctrica durante largos periodos donde ellos no se encuentran, sino además velar por los daños que dicha práctica podría tener en estos.

6. Hasta el momento, considera que el apagado de equipos durante recesos en su área, se ha dado (siempre, regularmente, nunca):

Figura 56. **Hasta el momento, considera que el apagado de equipos durante recesos en su área, se ha dado (siempre, regularmente, nunca)**

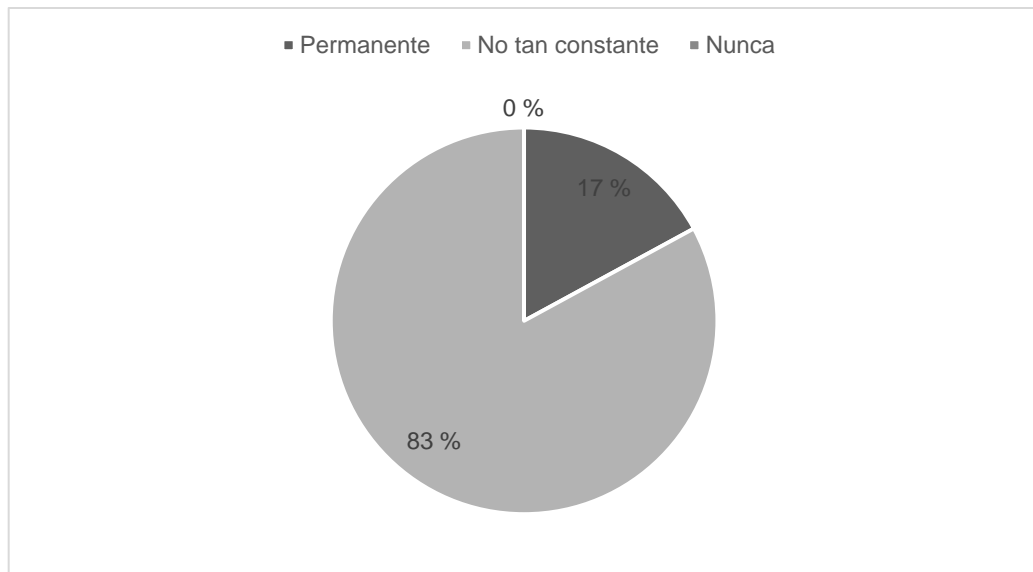


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

De igual forma en la figura 56, se observa que el apagado de equipos durante los recesos, se da de forma regular (64 %). Dicha práctica al igual que otras vistas anteriormente, requerirán de tiempo para volverse un hábito entre el personal de la organización.

7. Hasta el momento, considera que se ha hecho uso de un solo microondas, cafeteras, dispensadores de agua dentro de la jornada, de forma:

Figura 57. **Hasta el momento, considera que se ha hecho uso de un solo microondas, cafeteras, dispensadores de agua dentro de la jornada, de forma**

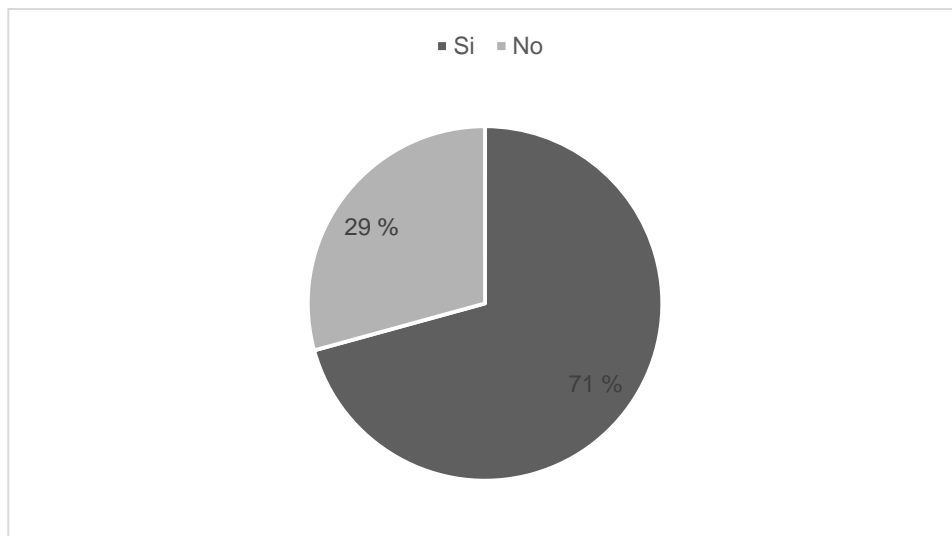


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Esta pregunta se hizo exclusivamente al personal del Colegio Génesis, por ser la única área a implementarla. Como se observa en la figura 57, la implementación de esta medida no se da tan constantemente (83 %) y dichos resultados son de esperarse. Esta es una de las medidas que quizás compromete mayormente la comodidad del personal del Colegio Génesis, al requerir un esfuerzo adicional para hacer uso de un único dispensador de agua, cafetera y microondas.

8. ¿Le gustaría que su área siguiera implementando medidas de producción más limpia?

Figura 58. **¿Le gustaría que su área siguiera implementando medidas de producción más limpia?**

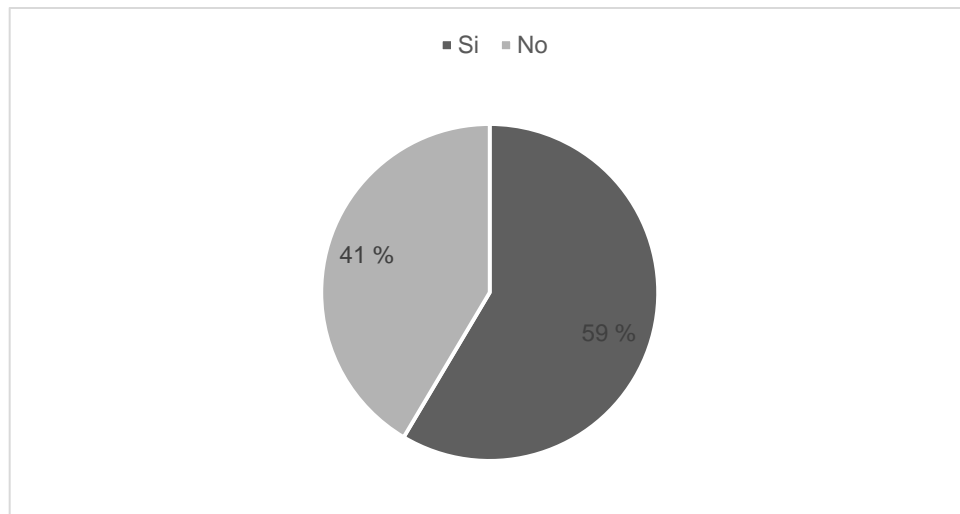


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

La pregunta 8 fue diseñada para evaluar el interés del personal por dar una continuidad a las actividades realizadas por el Programa de producción más limpia. Se encontró que un 71 %, muestra un interés por continuar, como se ve en la figura 58.

9. ¿Considera que la organización debería seguir realizando esfuerzos para continuar la implementación de medidas de producción más limpia?

Figura 59. **¿Considera que la organización debería seguir realizando esfuerzos para continuar la implementación de medidas de producción más limpia?**

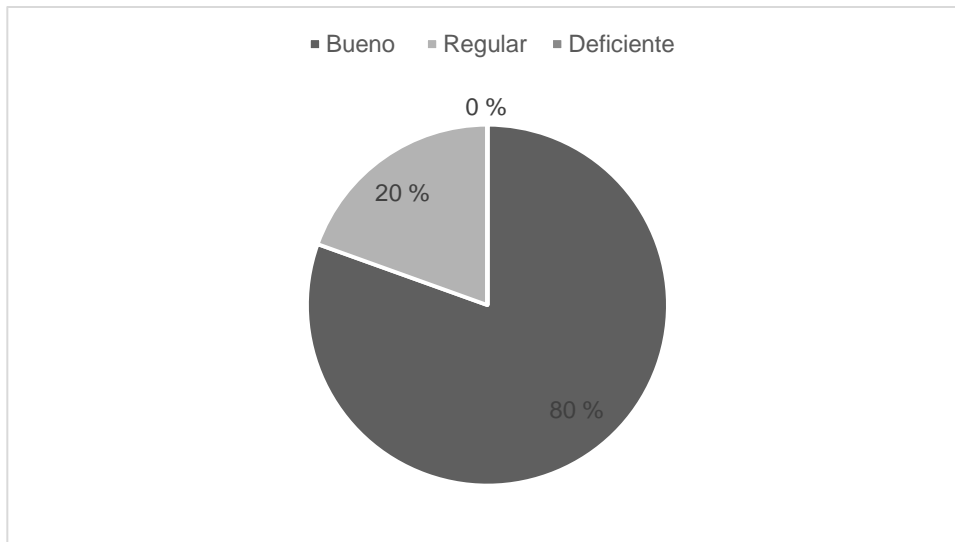


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Al igual que la pregunta 8, esta pregunta pretende evaluar la continuidad del Programa de producción más limpia. Se encontró que un 59 % de los encuestados, considera que se ha de seguir con los esfuerzos realizados por la organización, tal como se muestra en la figura 59.

10. Hasta el momento, ¿cómo evaluaría su experiencia como parte de un programa de producción más limpia?

Figura 60. **Hasta el momento, ¿cómo evaluaría su experiencia como parte de un programa de producción más limpia?**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Por último, se solicita al personal calificar su experiencia personal respecto al Programa de producción más limpia. Se encontró que la mayoría de los encuestados (80 %), califica como buena la experiencia y un 20 % como regular.

4.5.4. Aceptación de los administradores del inmueble

Con base en los resultados estipulados en el apartado 4.4.6, los directivos y representantes del Comité de Producción más Limpia de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, durante una reunión de presentación de resultados de la I fase de implementación comentan y rectifican lo siguiente:

- Existió monitoreo y registro de datos durante el periodo de julio de 2013 a junio de 2014, lo cual respalda los resultados presentados de consumo para la I fase de implementación de medidas de producción más limpia. Dichos datos son congruentes con los consumos de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.
- Se reconoce los retos presentados de parte del personal para la implementación de medidas: priorización de luz natural en jornadas de trabajo y apagado de equipo eléctrico durante recesos; así como la centralización de uso de una sola cafetera, dispensador de agua y microondas dentro del Colegio Génesis.
- Los directivos de la organización y el representante financiero de la misma, validan los ahorros en quetzales que ha tenido la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, los cuales han servido como recuperación de la inversión de las medidas estipuladas por el Programa de producción más limpia.

Por lo cual proceden a la “aceptación” de los resultados de la I fase de implementación de medidas de producción más limpia y reiteran su apoyo para que se implemente la II y III fase del plan, en donde se enfatizan las medidas preventivas. Dicha aceptación se observa en la carta de aceptación, la cual se encuentra en la parte de anexos del presente documento.

4.5.5. Informe de eficacia

El objetivo primario de la I fase de implementación de medidas de producción más limpia, es la de lograr hasta un 20 % de reducción en el consumo eléctrico de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania. Con el fin de

determinar el alcance de dicha reducción, es necesario realizar una comparación entre el consumo en kilowatt previos a la implementación de medidas y el consumo en kilowatt obtenido luego de la implementación de estas.

Asimismo, realizar una comparación entre el equivalente monetario de los kilowatt consumidos antes y después de la implementación de las medidas. Es importante recordar, que se ha registrado los consumos para un periodo de 12 meses de implementación de medidas de producción más limpia y se compararán los mismos con los registros obtenidos de un año previo de consumo.

4.6. Resultados generales de consumo en kilowatt y su equivalente monetario

Tomando como referencia los datos previamente agrupados, en el apartado 4.4.1., se realiza una comparación de estos con datos anteriores para determinar niveles de reducción de consumo tanto en kilowatt, como en quetzales.

La tabla LII, resume dicha comparación.

Tabla LII. Comparación de consumos anteriores y con medidas implementadas, en kilowatt y quetzales

Mes Analizado	Consumo Real (KW)	Consumo anterior (KW)	Consumo Promedio Anterior (KW)	Ahorro (KW)	Costo por KW	Equivalente del Consumo con Medidas (Q)	Equivalente del Consumo de 1 año anterior (Q)	Ahorro en (Q)
Julio	6 440	8 868	7 044	2 428	0,62	3 960,60	5 453,82	1 493,22

Continuación de la tabla LII.

Agosto	6 245	7 825	7 044	1 580	0,62	3 840,68	4 812,38	971,70
Septiembre	4 079	7 830	7 044	3 751	0,62	2 508,59	4 815,45	2 306,87
Octubre	5 847	8 234	7 044	2 387	0,62	3 595,91	5,063,91	1 468,01
Noviembre	4 568	8 352	7 044	3 784	0,62	2 809,32	5 136,48	2 327,16
Diciembre	2 300	6 039	7 044	3 739	0,62	1 414,50	3 713,99	2 299,49
Enero	3 791	7 909	7 044	4 118	0,62	2 331,47	4 864,04	2 532,57
Febrero	5 833	9 980	7 044	4 147	0,62	3 587,30	6 137,70	2 550,41
Marzo	5 192	8 605	7 044	3 413	0,62	3 193,08	5 292,08	2 099,00
Abril	4 532	8 363	7 044	3 831	0,62	2 787,18	5 143,25	2 356,07
Mayo	5 068	7 687	7 044	2 619	0,62	3 116,82	4 727,51	1 610,69
Junio	5 257	7 614	7 044	2 357	0,62	3 233,06	4 682,61	1 449,56
TOTALES	59 152	97 306		38 154		36 378,48	59 843,19	23 464,71

Fuente: elaboración propia.

De igual forma se realiza una comparación de los consumos y ahorros en kilowatt por área para julio de 2013 a diciembre de 2013, *versus* un promedio de consumos por área.

Es importante enfatizar, que previo a la implementación de medidas, la organización no contaba con monitores que les permitiera registrar el consumo por áreas, por lo cual no se cuenta con dichos datos, por lo cual se trabaja con un promedio aproximado. Estos datos se observan en la tabla LIII.

Tabla LIII. **Comparación de consumos en kilowatt por área, julio a diciembre de 2013**

CONSUMO (KW)	ÁREA				
MES	AUDITÓRIUM	OFICINAS	COLEGIO	RADIO	TELEVISIÓN
Promedio Anterior	1 058	2 072	2 389	815	710
Julio	735	2 058	2 130	805	711
Agosto	650	2 018	2 089	790	698
Septiembre	750	1 029	1 150	530	620
Octubre	614	1 645	2 100	790	698
Noviembre	623	1 730	840	675	700
Diciembre	320	840	420	400	320
AHORRO (KW)	ÁREA				
MES	AUDITÓRIUM	OFICINAS	COLEGIO	RADIO	TELEVISIÓN
Julio	323	14	259	10	-1
Agosto	408	54	300	25	12
Septiembre	308	1 043	1 239	285	90
Octubre	444	427	289	25	12
Noviembre	435	342	1 549	140	10
Diciembre	738	1 232	1 969	415	390

Fuente: elaboración propia.

La misma comparación se trabaja de enero de 2014 a junio de 2014. Los datos se observan en la tabla LIV.

Tabla LIV. **Comparación de consumos en kilowatt por área, enero a junio de 2014**

CONSUMO (KW)	ÁREA				
MES	AUDITÓRIUM	OFICINAS	COLEGIO	RADIO	TELEVISIÓN
Promedio Anterior	1 058	2 072	2 389	815	710
Enero	300	1 556	950	520	465
Febrero	500	1 750	2 343	620	620
Marzo	400	1 549	2 100	523	620
Abril	300	1 572	1 625	498	537
Mayo	345	1 613	1 930	618	562
Junio	400	1 975	1 693	617	572
AHORRO (KW)	ÁREA				
MES	AUDITÓRIUM	OFICINAS	COLEGIO	RADIO	TELEVISIÓN
Enero	758	516	1439	295	245
Febrero	558	322	46	195	90
Marzo	658	523	289	292	90
Abril	758	500	764	317	173
Mayo	713	459	459	197	148
Junio	658	97	696	198	138

Fuente: elaboración propia.

- **Análisis de consumos**

Como primera parte, se analizarán los consumos totales obtenidos en un periodo de 12 meses de la organización. Como se observa en la figura 61, el consumo en general en kilowatt de la organización presento reducciones durante todos los meses registrados.

No obstante, las reducciones presentaron oscilaciones. Como se detalló en las columnas de observaciones y retos de la tabla L, en los primeros meses de implementación de medidas, se contó con resistencia de parte del personal

para la implementación de medidas; además se lleva a cabo únicamente la I etapa de cambio de lámparas en la organización.

Por ende se refleja una reducción menor en consumo versus los siguientes meses de implementación. Septiembre, diciembre y marzo reflejan una reducción de consumo adicional, por la falta de personal laborando (existieron feriados mayores durante estos meses).

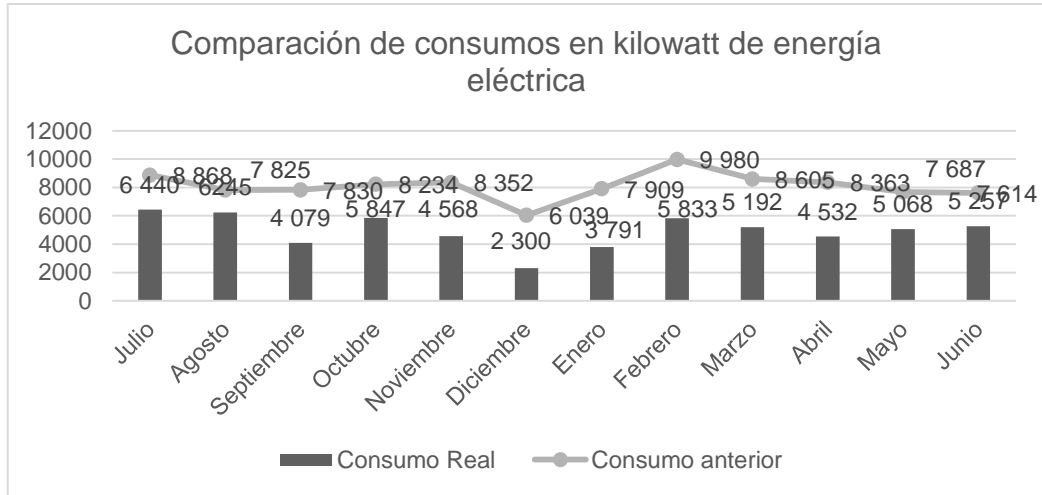
Febrero de 2014, presentó un desafío importante al contarse con un evento mayor de sermones (congreso de pastores). A pesar del mismo, se observa que la elevación de energía no contrarresta los ahorros en consumo obtenidos; además en comparación a un año anterior es el mes en donde se presenta un mayor ahorro de consumo, lo que respalda hasta cierto punto las medidas aplicadas.

Mayo y junio reflejan un consumo en actividades normales y con todas las medidas de la I fase implementada, lo que permite ver en larga escala el ahorro que la organización podrá considerar para los futuros años.

Con base en los datos resumidos en la tabla LII, se puede decir que durante los 12 meses de medidas implementadas, se tuvo un consumo en kilowatt de 59 152, lo que equivale a Q 36 378,48 gastados por la organización.

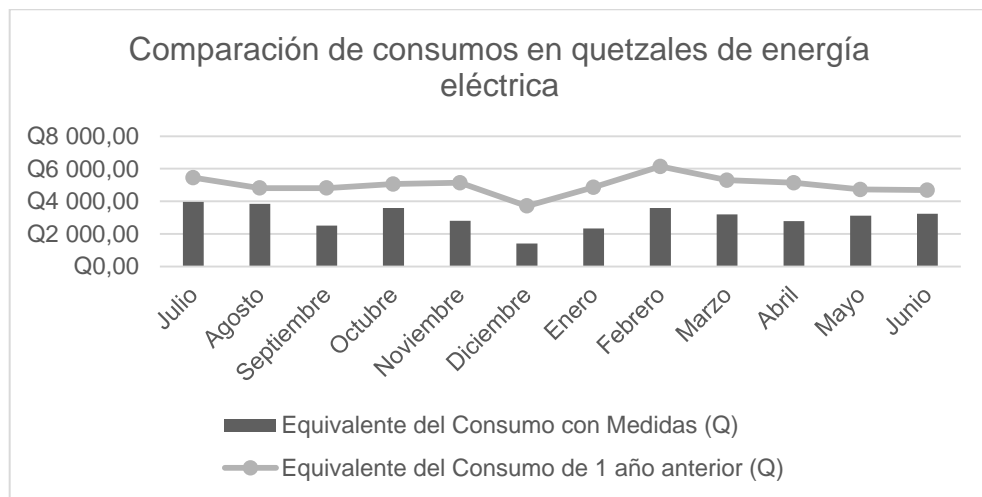
Esto en relación a un año anterior de operaciones en donde el consumo en kilowatt fue de 97 306 con un equivalente de Q 59 843,19, indica que la reducción en kilowatt de la organización es de un 39 % para el primer año de implementación de medidas.

Figura 61. **Comparación de consumos en kilowatt de energía eléctrica para un periodo de 12 meses**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Figura 62. **Comparación de consumos en quetzales de energía eléctrica para un periodo de 12 meses**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

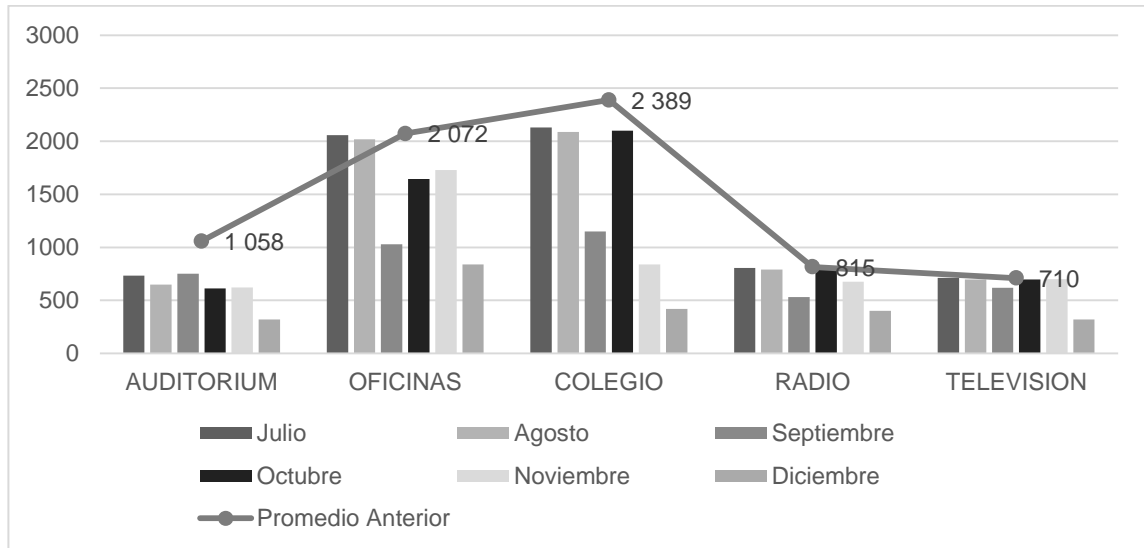
De igual forma es importante analizar el consumo por áreas de la organización. En los primeros 6 meses de implementación de medidas, se observa que todas las áreas presentaron reducciones en sus consumos. No obstante el área de Televisión presentó una elevación de 1 KW respecto al promedio presentado de consumo, únicamente en julio en donde se daba inicio a la implementación de medidas.

Como se observa en la figura 63, el área de mayor consumo eléctrico de la organización es el Colegio Génesis por sus procesos diarios de enseñanza. A este le sigue las oficinas administrativo – financieras y de atención al público de la Nave Central, (las que incluyen un salón de actividades y en donde los procesos de guardianía tienden a ocurrir).

Durante los primeros meses de implementación de medidas es el área de auditorium la que presenta mayores reducciones de consumo, las que pueden ser en buena parte por el cambio de lámparas realizado.

A esto le sigue el Colegio Génesis, cuyos esfuerzos de implementación de buenas prácticas operativas, se ven reflejados. Las áreas de Radio y Televisión, tienden a presentar una mínima reducción de consumo, la cual puede darse por el equipo eléctrico que se maneja (el cual no se puede apagar por las transmisiones que se realizan) y por la estructura de sus instalaciones en donde es dificultosa la priorización de energía eléctrica o bien hasta cierto punto la resistencia de los equipos por realizar cambios.

Figura 63. **Comparación de consumo en kilowatt por área, julio a diciembre de 2013**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Es importante mencionar que los resultados preliminares de consumo durante los primeros 6 meses de implementación de medidas, fueron evaluados por los directivos de la organización y el comité de producción más limpia de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania. Asimismo, fueron presentados durante una de las sesiones de formación a todo el personal.

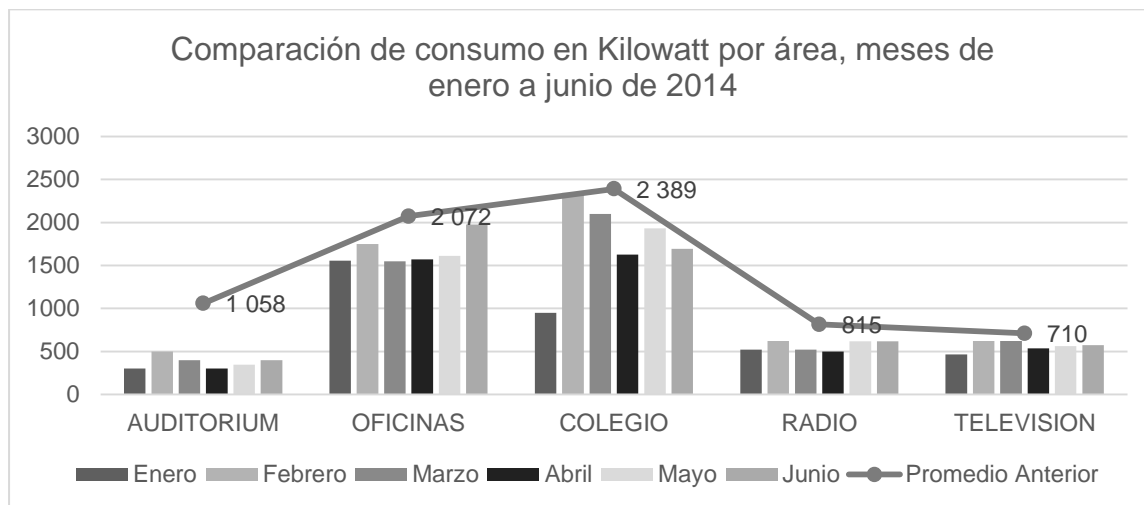
Estos sirvieron de retroalimentación para las áreas quienes reafirmaron su compromiso con la implementación de medidas. Tal como se observa en la figura 64, durante enero a junio de 2014, se mantuvo la reducción de consumo en kilowatt de energía eléctrica *versus* al promedio de consumo de las áreas.

En mayo se procede según lo calendarizado a implementación de la III etapa de cambio de lámparas en la organización, lo cual impacta en la

reducción de consumo de áreas como el Colegio Génesis y las oficinas de la Nave Central.

De igual forma en la figura se muestra como en este periodo de tiempo el área de Radio y Televisión, se comprometen con la implementación de medidas, por lo que se muestra una mayor reducción de consumo en kilowatt de energía eléctrica *versus* el periodo de julio a diciembre de 2013.

Figura 64. **Comparación de consumo en kilowatt por área, enero a junio de 2014**



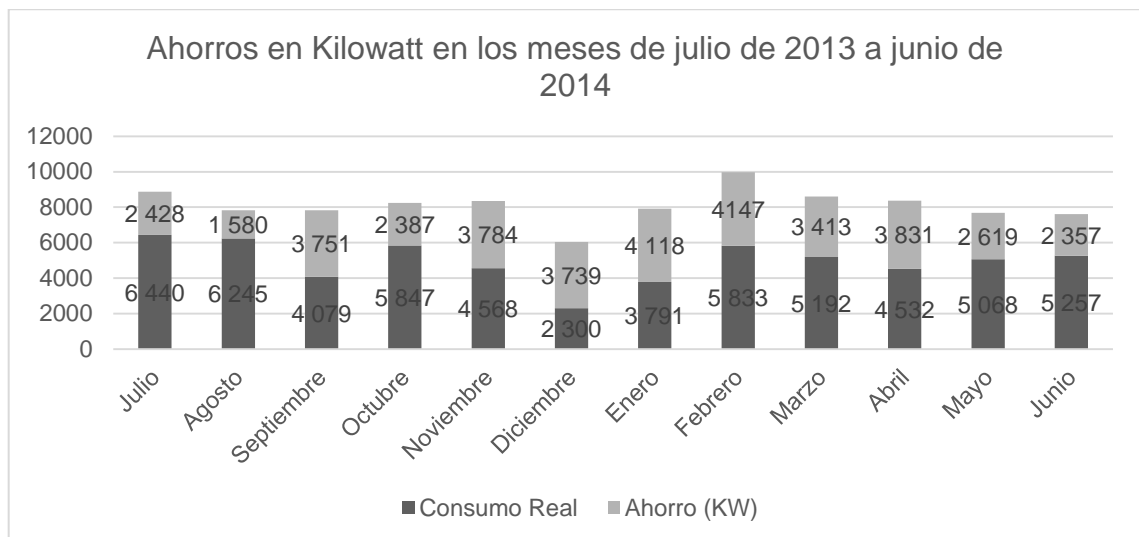
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

- **Análisis de ahorros**

Los ahorros en consumo de kilowatt presentados por la organización, con base en los consumos en kilowatt y en quetzales registrados, para los 12 meses de implementación de medidas son de 38 154 KW lo cual equivalen a Q 23 464,71.

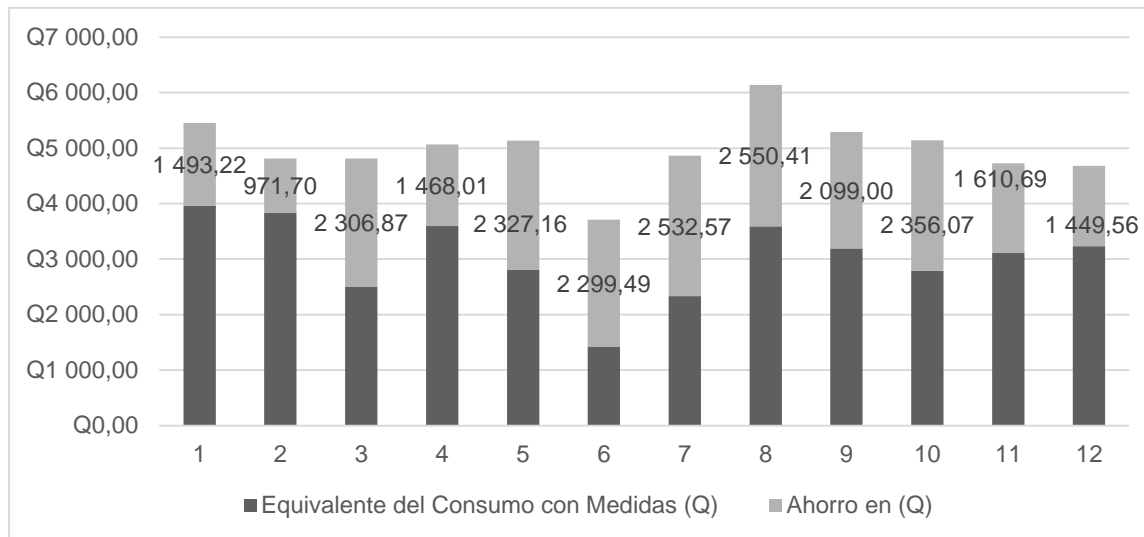
Los mismos, hacen que el consumo promedio en kilowatt de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania pase de 7 044 a 4 929 KW por mes; esto equivale a una reducción promedio de 2 115 KW durante la primera fase de implementación de medidas de producción más limpia. La frecuencia de ahorros se puede apreciar en kilowatt y en quetzales en las figuras 65 y 66.

Figura 65. Ahorros en kilowatt de julio de 2013 a junio de 2014



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Figura 66. Ahorros en quetzales en julio de 2013 a junio de 2014



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Word.

Con base en los datos obtenidos y los resultados establecidos, se observa el alcance del objetivo de la I fase de implementación alcanzado, al estipularse en el plan de acción (apartado 3.6.1.1) hasta un 20 % de reducción de consumo en kilowatt y según los datos encontrados, se observa hasta un 39 % de reducción de consumo en kilowatt.

4.6.1. Divulgación de resultados

Acorde a la programación realizada, se utiliza un espacio para reunir a todo el personal de la Iglesia Bethania para comunicar los resultados de la I fase de implementación, en la fecha 18/07/2014, utilizando como base los datos generados en el apartado 4.5.

Bajo la divulgación de dichos resultados, los administrativos y directivos de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, proceden a la aceptación de los mismos y respaldan la ejecución de la II y III fase del plan propuesto. Se acuerda que la ejecución de la II y III fase queda a cargo del Comité de Producción más Limpia, quien velará por la implementación de las medidas.

5. MANTENIMIENTO DEL PROCESO

5.1. Capacitación constante del personal

Con el respaldo de los directivos de la organización y bajo las recomendaciones del Comité de producción más limpia y del investigador, se procede a proyectar una nueva serie de capacitaciones que pueden ser llevadas por el personal para noviembre de 2014 a junio de 2015.

Las mismas, se acordó quedarán como responsabilidad del comité para su implementación. La tabla LV, es un listado de dichas capacitaciones.

Tabla LV. **Lista de temas de capacitación propuestos**

#	PARTE	TEMAS DE CAPACITACIÓN	RECURSOS A UTILIZAR	CAPACITACIÓN DESTINADA PARA
1	Producción más limpia	Obtención de datos de consumo de energía eléctrica de monitores por área	Salón y audio para la conferencia	Personal de mantenimiento Representantes de cada área
		Monitoreo de energía eléctrica	Manual	
		Espacio para preguntas y respuestas	Papel y lápices Cañonera	

Continuación de la tabla LV.

2	Seguridad industrial	Medidas a tomar en caso de accidentes	Salón y audio para la conferencia	Personal en general de todas las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
		Medidas a tomar en caso de cortocircuitos		
		Uso de extintores	Papel y lápices	
		Medidas preventivas para uso de tableros de circuitos	Cañonera	
3	Producción más limpia	Ahorro del consumo de agua	Salón para la conferencia	Personal en general de todas las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
		Uso correcto del agua en procesos	Audio para la conferencia	
		Fugas de agua	Cañonera	
		Espacio para generación de ideas para ahorro del agua	Papel y lápices	
		Espacio para preguntas y respuestas		
4	Producción más limpia	Desechos y residuos definiciones	Salón para la conferencia	Personal en general de todas las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania
		Control de desechos	Audio para la conferencia	

Fuente: elaboración propia.

5.2. Mantenimiento preventivo

De forma paralela al plan de implementación de medidas de producción más limpia, se han procedido a realizar los mantenimientos destinados para el equipo eléctrico de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania, según los planes establecidos en el apartado 3.4 del presente documento.

5.2.1. Inspecciones periódicas y reemplazo en las líneas de distribución

De igual forma, bajo el apoyo de los directivos y Comité de Producción más Limpia se programa la redistribución de circuitos, instalación de tableros y recableado de líneas como parte de la implementación de medidas de la fase III.

Dicha actividad queda planificada para de noviembre y diciembre del 2014 (alterando la fecha inicialmente programada), debido al cese de procesos dentro de la organización y la programación de fondos destinados para el programa, los que facilitan las instalaciones correspondientes.

Dicha acción, queda bajo responsabilidad y compromiso del Comité de Producción más Limpia de la organización. La tabla LVI presenta un resumen de la programación realizada.

Tabla LVI. **Programación realizada para la redistribución de circuitos, instalación de tableros y recableado**

ÁREA	ACTIVIDADES	APOYO REQUERIDO	FECHAS	MEDIDAS DE SEGURIDAD
Colegio Génesis	Instalación de tablero, cableado de alimentación de energía, distribución de circuitos y entubado.	En caso de ser necesario realizar actividades del Colegio, utilizar oficinas de Radio y TV provisionalmente.	25 al 29 de noviembre de 2014	No puede haber personal del Colegio ni alumnado durante las fechas de recableado. Colocar señalización correspondiente. Recordar realizar los cortes de energía eléctrica necesarios.

Continuación de la tabla LVI.

Auditórium	Instalación de tablero, cableado de alimentación de energía, distribución de circuitos y entubado.	No programar eventos que hagan uso del Auditórium, ni el salón de usos múltiples en esas fechas.	02 al 06 de diciembre de 2014	No puede haber personal de ninguna área en el auditórium. Colocar señalización correspondiente. Recordar realizar los cortes de energía eléctrica necesarios.
Oficinas centrales en la Nave Central	Instalación de tablero, cableado de alimentación de energía, distribución de circuitos y entubado.	Personal ha de utilizar oficinas del Colegio Génesis provisionalmente.	09 al 13 de diciembre de 2014	No puede haber personal de ninguna área en el área de oficinas de la Nave Central. Colocar señalización correspondiente. Recordar realizar los cortes de energía eléctrica necesarios
Radio y Televisión	Instalación de tablero, cableado de alimentación de energía, distribución de circuitos y entubado.	Instalar conexión provisional eléctrica para las consolas de transmisión. Utilizar oficinas de la Nave Central de ser necesario	16 al 20 de diciembre de 2014	El personal que se encuentre en Radio y Televisión debe ser limitado, preferiblemente dejar programación para reproducción automática. Colocar señalización correspondiente. Recordar realizar los cortes de energía eléctrica necesarios.

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Inspecciones programadas en transferencia y transformadores

Como parte de los planes de mantenimiento, se contemplan inspecciones (verificaciones) en la transferencia eléctrica y el banco de transformadores. La tabla LVII, es un resumen de dichas inspecciones.

Tabla LVII. **Actividades realizadas de inspección en transformadores y transferencia eléctrica**

ACTIVIDADES REALIZADAS				
FECHA (2014)	TRANSFORMADORES	OBSERVACIONES	TRANSFERENCIA ELÉCTRICA	OBSERVACIONES
23 de febrero	Toma de lecturas (voltaje y amperaje)	Lecturas en rangos normales	-	-
30 de marzo	Toma de lecturas (voltaje y amperaje)	Lecturas en rangos normales	Pruebas de operación de la transferencia	Funcionamiento correcto en corte y restauración de energía.
27 de abril	Toma de lecturas (voltaje y amperaje)	Lecturas en rangos normales	-	-
25 de mayo	Toma de lecturas (voltaje y amperaje)	Lecturas en rangos normales	-	-
29 de junio	Toma de lecturas (voltaje y amperaje)	Lecturas en rangos normales	Pruebas de operación de la transferencia	Funcionamiento correcto en corte y restauración de energía.
24 de agosto	Toma de lecturas (voltaje y amperaje)	Lecturas en rangos normales	Pruebas de operación de la transferencia	Funcionamiento correcto en corte y restauración de energía.
28 de septiembre	Toma de lecturas (voltaje y amperaje)	Lecturas en rangos normales		

Fuente: elaboración propia.

5.2.3. Servicios programados al equipo de abastecimiento

Se realizan las siguientes acciones de mantenimiento a la transferencia y banco de transformadores según lo especificado en sus planes correspondientes. La tabla LVIII resume dichas actividades.

Tabla LVIII. **Servicios programados al equipo de abastecimiento**

FECHA	TRANSFORMADORES	OBSERVACIÓN	TRANSFERENCIA ELÉCTRICA	OBSERVACIÓN
24 de enero 2014	Verificación del nivel del aceite, inspección de fugas, verificación del estado en general	Aceite en niveles normales. Sin fugas. Se realiza ajuste de bornes	Pruebas de operación de la transferencia	Funcionamiento correcto en corte y restauración de energía
25 de julio	Verificación del nivel del aceite, inspección de fugas, verificación del estado en general	Aceite en niveles normales. Sin fugas. Se realiza ajuste de bornes nuevamente. Se observa una pequeña corrosión en la parte externa del cilindro por lo que se procede a colocar pintura sobre la misma.	Inspección de contactos	Se realiza inspección y limpieza de contactos.

Fuente: elaboración propia.

5.2.4. Reemplazos programados

Se implementa la fase II del plan de implementación de medidas de producción más limpia, en donde se tiene programado la sustitución de 30 monitores CRT a monitores led para las áreas de oficinas de la Nave Central (Auditórium), Colegio Génesis, Radio y Televisión. La tabla LIX, presenta un resumen de las actividades realizadas.

Tabla LIX. **Resumen de actividades realizadas durante el reemplazo de monitores (Fase II)**

ÁREA	CATEGORÍA	CANTIDAD	FECHA	OBSERVACIONES
	Compra de monitores	30	10/09/2014	No se contaban con todas las existencias con el proveedor, por lo cual se demoró la instalación correspondiente.
Auditorium	Monitor de led	3	23/09/2014	Instalación exitosa
Oficinas	Monitor de led	12	23/09/2014	Instalación exitosa
Colegio	Monitor de led	10	24/09/2014	Instalación exitosa
Radio	Monitor de led	5	25/09/2014	Instalación exitosa
	Desarme de monitores y división de materiales (plan de desechos)	30	26 y 30/09/2014	
	Envío de materiales a la planta recicladora		04 - 07/10/2014	Se contó con dificultades para encontrar recicladora de circuitos eléctricos. Finalmente se envían todos los materiales a la recicladora correspondiente.

Fuente: elaboración propia.

5.2.5. Manejo de inventarios

Como parte de las actividades de control que han de ser implementadas y mantenidas por la organización, se encuentra la revisión frecuente del equipo (es importante recordar que se cuentan con planes de mantenimiento que permitan dichas revisiones). Sin embargo, para tener un proceso ordenado de revisión, es necesario mantener un inventario del equipo con el que se cuenta; considerando los cambios que se realicen y observaciones que puedan existir, al momento de sus respectivos mantenimientos.

Para esto, será necesario contar con un responsable de los inventarios, que vele por los mismos. Nuevamente, el Comité de producción más limpia, velará por las actividades de inventario. La tabla LX, es un resumen de las actividades propuestas para el manejo de inventarios.

Tabla LX. **Actividades propuestas para el manejo de inventarios**

ACTIVIDADES	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Actualización de inventario de equipo eléctrico (con el apoyo de las áreas, para comunicar cambios)	Mensual	Representante del Departamento Administrativo - Financiero
Inventario general de equipo y verificación de estado	Anual	Representante del Departamento Administrativo - Financiero
Listado de recomendaciones de cambio de equipo (de ser necesario algún cambio)	Anual (luego de realizado el inventario general)	Representante del Departamento Administrativo - Financiero

Fuente: elaboración propia.

5.3. Monitoreo del programa

Las medidas de producción más limpia, especialmente aquellas relacionadas a buenas prácticas operativas, deben ser implementadas constantemente por el personal de la organización, para lograr que la reducción de consumo lograda por el Programa, se mantenga.

Por ende, el monitoreo constante del consumo eléctrico es una tarea vital, que permitirá no solo tener un control constante de la energía eléctrica, sino además retroalimentar constantemente a las áreas de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.

5.3.1. Evaluación de la capacidad

Como parte de las tareas de monitoreo, se encuentra la evaluación de la capacidad de la infraestructura de la iglesia. Para esto será necesario mantener un registro constante del amperaje máximo al cual se ven sometidas cada una de las líneas principales de abastecimiento, tomando lecturas en el tablero principal, durante los procesos de sermones (procesos más exigentes).

Como se muestra en la tabla LXI, durante los primeros 9 meses del 2014, se ha realizado un registro de dichas cargas y se encuentra que durante este tiempo, se mantiene una carga máxima promedio de 70 amperios en una línea y 69 en la otra, dando un total de 139 amperios, datos que se encuentran dentro de la demanda establecida por el Programa.

Tabla LXI. Registro de cargas de las líneas principales

REGISTRO DE CARGAS DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES			
FECHA	L1 (AMPERIOS)	L2 (AMPERIOS)	TOTAL
26 de enero del 2014	70	70	140
23 de febrero del 2014	72	70	142
30 de marzo 2014	70	68	138
27 de abril del 2014	70	67	137
26 de mayo del 2014	71	67	138
29 de junio del 2014	70	69	139
27 de julio del 2014	71	68	139
31 de julio del 2014	68	70	138
28 de septiembre del 2014	70	69	139
Promedio	70	69	139

Fuente: elaboración propia.

Dicho registro debe ser mantenido, pudiéndose tomar la tabla LXI como guía. Queda a disposición de la organización agregar campos en el registro, si así lo considerará necesario.

5.3.2. Control en los indicadores de desempeño

De igual forma, será necesario monitorear el consumo en kilowatt de la organización. Según la tendencia actual de la organización se registra un consumo total promedio mensual de 4 929 KW. Dicho dato se ve incrementado hasta un 18 %, en meses en donde se encuentra con eventos adicionales (como congresos) o bien se cuenta con 5 domingos en el mes (en lugar de los 4, que usualmente se tienen).

Estos rangos de consumo han de ser monitoreados por la organización y de haber casos en donde se sobrepase lo establecido, será necesario determinar causas y con base en estas, implementar acciones correctivas.

Tabla LXII. Rangos de consumo promedio en kilowatt

CONSUMO TOTAL PROMEDIO (KW)	INCREMENTO MÁXIMO DE CONSUMO (%)
4 929	18,33

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, quedará como responsabilidad de cada área el monitoreo y control de su consumo de energía eléctrica, tomando como referencia los datos establecidos en la tabla LXIII.

Tabla LXIII. **Rangos de consumo promedio en kilowatt de las áreas**

CONSUMO EN KW A CONTROLAR POR LAS ÁREAS				
AUDITÓRIUM	OFICINAS	COLEGIO	RADIO	TELEVISIÓN
495	1 611	1 614	616	594
INCREMENTO MÁXIMO DE CONSUMO (%)				
0,22	0,20	0,28	0,13	0,11

Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Evaluación de maquinaria por departamento

Asimismo, será necesario realizar evaluaciones constantes de maquinaria (dichas evaluaciones pueden darse en conjunto a las actividades de inventario). Durante las evaluaciones será necesario realizar inspecciones y calificar los mismos en Aceptable, si el equipo que no presenta fallas visibles, no da lugar a riesgos para el personal.

Por mejorar, si el equipo que a pesar de no estar presentando fallas, puede constituir un riesgo para el personal (por ejemplo que posee algún desperfecto que puede dar lugar a algún accidente); y No Aceptable aquel equipo que presenta fallas, no está siendo de utilidad en los procesos y además está dando a lugar riesgos para el personal.

Es importante considerar un plan de desechos, en caso de equipo No Aceptable, el cual sea necesario reemplazar. La tabla LXIV, puede servir de guía para registrar dichas evaluaciones. También se observan ejemplos de dichas evaluaciones en el apartado 2.3.2. del presente documento.

Tabla LXIV. **Guía para la evaluación de equipo**

ÁREA	SECCIÓN	RECURSO	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL	ESTADO DEL RECURSO

Fuente: elaboración propia.

- Área. Área de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania en donde se encuentra el equipo. Ejemplo: Colegio Génesis.
- Sección. Parte dentro del área, en donde se encuentra el equipo. Por ejemplo: cabina de transmisión, entre otros.
- Recurso. Nombre del equipo.
- Cantidad. Cantidad encontrada del equipo.
- Potencia Nominal. Watts requeridos por el equipo.
- Estado del equipo. Calificación del equipo (aceptable, por mejorar y no aceptable).

5.3.4. Evaluación de riesgos

También, será necesario mantener una constante evaluación de riesgos que se den dentro de la organización. Para llevar a cabo esta actividad, será siempre necesario realizar un recorrido por toda la organización, para evaluar sus condiciones e identificar amenazas.

También llevar a cabo reuniones de retroalimentación para hablar de las condiciones de la infraestructura o bien realizar encuestas con el fin de detectar

posibles riesgos. Al poseer los datos necesarios, se podrá utilizar la tabla LXV, como guía para el registro de los mismos. Es importante resaltar que será tarea del Comité de Producción más Limpia la evaluación constante de dichos riesgos.

Tabla LXV. **Guía para el registro de riesgos**

ÁREA	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	POSIBLES ACCIONES CORRECTIVAS	PRIORIDAD DE ACCIÓN

Fuente: elaboración propia.

- Área. Área de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania que presenta el riesgo. Por ejemplo: Radio.
- Descripción del riesgo. Breve descripción del riesgo. Ejemplo: ubicación actual de la planta eléctrica puede presentar riesgos a los alumnos del Colegio Génesis, por encontrarse en la misma área en donde ellos juegan.
- Posibles acciones correctivas. Medidas que pueden ser implementadas para evitar que el riesgo ocurra. Ejemplo: crear infraestructura alrededor de la planta eléctrica para limitar el acceso a la misma.
- Prioridad de acción. Se ha de calificar que tan prioritarias son las acciones correctivas.

Para esto se puede utilizar los niveles: alto, medio y bajo. Alto: riesgos que están prontos a darse y que requieren la implementación de acciones correctivas inmediatas. Medio: riesgos que pueden darse en algún momento y requieren la implementación de acciones correctivas en un mediano plazo.

Bajo: riesgos que no están tan propensos a ocurrir y requieren la implementación de acciones correctivas en un futuro.

Es importante mantener un seguimiento constante de los riesgos registrados; teniendo especial cuidado no solo de aquellos con prioridad alta, sino también de aquellos con prioridad mediana y baja que por descuidos pueden tomar una prioridad alta o incluso causar un incidente.

5.4. Evaluación y corrección del programa

Se evalúa y corrige lo que esté causando inconveniente para el desarrollo del programa.

5.4.1. Identificación de nuevas oportunidades

La opinión del personal de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania, las ideas del Comité de Producción más Limpia y la opinión del investigador, propone las siguientes ideas y medidas que representan oportunidades que pueden ser implementadas en un futuro por el Programa de producción más limpia:

- Creación de un área específica para la elaboración y consumo de alimentos, que sea de uso general de todas las áreas de la Misión Bethania. Se propone esta medida con el fin de centralizar aún más el uso de diversas cafeteras, microondas, entre otros. Así como de tener mayor higiene a la hora de manipular alimentos y lograr una reducción en el consumo del agua. También por medio de esta área se podrá implementar de mejor forma un plan de control de desechos producto de alimentos.

- Automatización de luz artificial en salones de clase y oficinas diversas. Se propone esta medida, por medio de la cual se podrá automatizar y combinar el uso de luz natural y artificial por medio de un mecanismo que detecte que tipo e intensidad de luz utilizar, según los cambios de clima que ocurran y estaciones del año en donde se encuentre.
- Elaboración del reglamento de producción más limpia. Se propone la elaboración de un reglamento que presente las medidas y precauciones que el personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania debe de tener en cuenta, para la ejecución de sus labores; así como normas básicas que los miembros deben seguir para asegurar los objetivos del programa. Dicho reglamento puede añadirse al reglamento de operaciones internas de la institución.

CONCLUSIONES

Con base en el estudio realizado se llega a las siguientes conclusiones:

1. Luego de doce meses de implementación de medidas de producción más limpia, se ve reducido en un 39 % el consumo eléctrico en kilowatt de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania.
2. Las principales medidas implementadas de producción más limpia en la Iglesia Familiar Cristiana Bethania incluyen: buenas prácticas operativas por medio de apagado de lámparas y equipos de cómputo en momentos donde estos no están siendo usados; automatización de lámparas (por medio de sensores) en baños y pasillos de la infraestructura; reemplazo de lámparas incandescentes por fluorescentes en áreas de alto consumo, como el Auditorium de la iglesia.
3. Una medida de producción más limpia implementada por la iglesia, vital para el monitoreo y control del consumo eléctrico (así como la seguridad), fue la redistribución de su cableado eléctrico. Gracias a esta, cada área de la iglesia posee acceso a su propio tablero de circuitos y monitor para el registro de datos. Esto permite que mensualmente el responsable de cada área (que ha sido debidamente capacitado), registre el consumo eléctrico y comparta la información que permita tomar decisiones vitales para el éxito a largo plazo del plan implementado.

4. Como era de esperarse la resistencia al cambio del personal de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania, se hizo ver durante los primeros tres meses de implementación del programa, lo cual limitó la reducción en el consumo de energía eléctrica. El apoyo de los directivos de la organización y un sistema de recompensas, permitió vencer esta limitante.
5. La iluminación artificial, puede ser un factor determinante en el diagnóstico de una organización con el fin de implementar la metodología de producción más limpia. En el caso de Iglesia Familiar Cristiana Bethania, el mayor consumo de energía eléctrica, radica en la iluminación (lámparas), por lo que al aplicar medidas de automatización (sensores), se lograron cambios significativos en el consumo.
6. La automatización de las lámparas y otros bombillos en áreas como baños y pasillos por medio de sensores, limitan el encendido y el apagado de los mismos. Dicha acción permite una considerable reducción del consumo de energía eléctrica, al activarse únicamente cuando es necesario, para no permanecer funcionando durante largos periodos de tiempo.
7. Existen muchos vacíos, a la hora de brindar y hablar de mantenimiento preventivo a los equipos de trabajo. En el caso de la Iglesia Familiar Cristiana Bethania se contaba con un mantenimiento muy limitado para sus equipos y además se entendía por mantenimiento el dar limpieza a los mismos. Por medio de sesiones de formación y elaboración de diversos planes de mantenimiento, se logró corregir estos, contándose ahora con mantenimiento preventivo dentro de la organización.

8. Se determinó que una de las mejores formas de reciclar los equipos electrónicos (como computadoras, monitores, entre otros) es desarmando los mismos y organizándolos en materiales que pueden ser reciclados; como el vidrio, plástico, entre otros.
9. Los lumínicos (lámparas, focos) incandescentes, poseen un rendimiento bajo (eficiencia lumínica), al verse su energía de entrada convertida mayormente en calor que emiten, no así en la iluminación (luz) que producen. Los lumínicos fluorescentes (o de led) corrigen este problema (rendimiento alto).
10. Un Programa de producción más limpia presenta objetivos de corto plazo al buscar la maximización de resultados industriales. Estos consecuentemente tendrán un impacto en la economía y en la sociedad, logrando de igual manera beneficios a largo plazo.

RECOMENDACIONES

Al personal de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania se le recomienda:

1. Analizar el requerimiento eléctrico (entre otros) de nuevos equipos de trabajo (y maquinaria) antes de su adquisición, con el fin de evaluar el impacto que estos pueden tener en el consumo de energía eléctrica de la institución.
2. Evaluar anualmente los resultados obtenidos con el Programa de producción más limpia, con el fin de implementar nuevas medidas que enriquezcan y mejoren el mismo.
3. Procurar medidas que no solo permitan una reducción en el consumo de energía eléctrica, sino además reducción en el consumo de agua; entre otras. En el caso de la bomba de agua que sirve de alimentación para toda la infraestructura, analizar si es factible, realizar las adecuaciones necesarias para utilizar la presión del agua municipal en ciertos periodos de tiempo.
4. Analizar la factibilidad del uso de energía solar (por medio de un sistema de energía alimentado por paneles solares) para la infraestructura, con el fin de lograr aún mayores reducciones en el consumo de energía eléctrica de la institución.

A la Junta Directiva de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania se le recomienda:

5. Promover la implementación de programas de producción más limpia en sus iglesias asociadas, con el fin de expandir los esfuerzos hasta ahora realizados por la Misión Bethania por cuidar el medio ambiente; considerando el presente estudio como guía que puede ser modificada acorde a las necesidades de cada una de dichas iglesias.
6. Mantener su compromiso e interés hacia el Programa de producción más limpia, por medio de acciones que lo rectifiquen, ya que el mismo es invaluable para la implementación de medidas dentro de la organización.
7. Evaluar anualmente y continuar con las medidas propuestas de monitoreo mensuales, trimestrales y semestrales establecidas en el presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. *Guía técnica de producción más limpia para curtiembres*. La Paz, Bolivia: USAID/Bolivia, 2003. 54 p.
2. Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNP+LH). *Guía de producción más limpia para la industria textil*. Honduras: AGA & Asociados – Consultores en Comunicación, 2009. 109 p.
3. Centro de Producción más Limpia Nicaragua. *Manual de buenas prácticas ambientales para el sector MIPYME*. Nicaragua: PASMA II-DANIDA, 2008. 79 p.
4. CHINCHILLA, Karla. Empresas de Guatemala y El Salvador apuestan por PML. *El Economista*, 4 de julio de 2013. 21 p.
5. DÍAZ, Sherly. Producción limpia: una práctica responsable. *La Prensa*, 08 de julio de 2014: p. 12.
6. DUYCK, Hennele; CARRILLO, Halo; MOSCOSO, Diana. *Manual para la producción más limpia en el sector hotelero*. Ecuador: Universidad de Cuenca, 2008. 66 p.

7. ELIZONDO, Beatriz. *Beneficios económicos de la producción más limpia*. Costa Rica: *Éxito Empresarial*, 2012. 3 p.
8. FLUKE Corporation. *¿Cómo medir el consumo de energía?* Madrid: FLUKE, 2009. 4 p.
9. GERBER, Michael David; GERBER, Wagner; PEREIRA, Endrigo. *Produção mais limpa em padarias e confeitarias*. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2008. 210 p.
10. ICONTEC. *Guía para la Producción más Limpia*. [en línea] *Secretaría Medio Ambiente Colombia*. <http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/pread/guia_produccion_limpia.pdf>. [Consulta: 13 noviembre de 2011].
11. MAGALHÃES WERNER, Eveline. *Produção mais limpa: conceitos e definições metodológicas*. SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Bela Vista: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), 2009. 15 p.
12. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Política Nacional de Producción Más Limpia*. Guatemala: Acuerdo de Cooperación USAID - CCAD, 2010. 52 p.
13. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Producción más limpia*. [en línea]. <<http://www.marn.gob.sv/in>

dex.php?option=com_content&view=article&id=176&Itemid=198.>.
[Consulta: 15 de septiembre de 2014].

14. MUÑOZ, Luis. *Experiencia empresarial: Primer Encuentro Empresarial Líderes Medio ambiente*. Guatemala: Centro Guatemalteco Producción más Limpia, 2012. 6 p.
15. OROZCO, Carlos. *Ecoeficiencia de los sistemas productivos aplicando PML*. México: Scenia et Technica, 2000. 34 p.
16. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. *Producción más limpia: un paquete de recursos de capacitación*. México: Regina de los Ángeles, 1999. 16 p.
17. QUINTILLANA, Lourdes. *Empresas logran ahorros con la producción más limpia*. México: La Empresa Gráfica, 2010. 16 p.
18. THORPE, Beverley. *Citizen's guide to clean production*. USA: Clean Production Network, 1999. 41 p.
19. UNAM, Comisión Mixta Permanente de Capacitación y Adiestramiento. *Plan de capacitación y adiestramiento*. México: STUNAM, 2009. 42 p.

20. VILLEGAS, Vívian. En búsqueda de exportaciones ambientalmente responsables. País: México. *La Revista del Comercio Exterior*, 2013. 20 p.

APÉNDICES

Encuesta general previo a la implementación del Programa de Producción Más Limpia.

Apéndice 1. Encuesta Programa de Producción Más Limpia



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

ENCUESTA PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Solicitamos de su apoyo para contestar las siguientes preguntas.

Puesto: _____ Área: _____

INSTRUCCIONES:

Subraye la respuesta que mejor se ajusta a la pregunta realizada.

1. ¿Qué entiende por Producción más Limpia?

Orden y limpieza Procesos correctamente desarrollados Ahorro de recursos
Producción (trabajo) amigable con la naturaleza No sabe

2. ¿Qué entiende por ahorro de energía?

Evitar utilizar equipo descompuesto Priorizar el uso de luz solar
No utilizar energía eléctrica, cuando no es necesario Optimización de recursos

3. ¿Qué equipo eléctrico usa en su trabajo diariamente?

Computadora Bocinas Cámaras de televisión Luz
Consolas Grabadoras Microondas Cañonera
Impresora Dispensador de agua Cafetera

4. ¿Cuánto tiempo usa diariamente su equipo?

1 a 3 horas 3 a 4 horas 6 a 12 horas Más de 12 horas

5. ¿Estaría dispuesto(a) a que se monitoreara el consumo de energía eléctrica en su trabajo?

Sí No

Por qué: _____

Continuación del apéndice 1.

6. ¿Estaría dispuesto a que implementaran medidas que contribuyan a ahorrar energía?

Sí No

Por qué: _____

7. ¿Qué medidas sugiere que puedan implementarse para ahorrar energía en su área de trabajo?

8. ¿Posee su área de trabajo equipo, tomacorrientes, líneas eléctricas, u otros que considere un riesgo a la salud?

Sí No

¿Cuáles? _____

9. ¿Existe mantenimiento en los equipos, instalaciones eléctricas, que permitan un adecuado funcionamiento?

Sí No

¿Cuáles? _____

10. ¿Le gustaría ser parte de un comité dentro de la organización que vele por la disminución de desecho, ahorro energético y prevención de riesgos?

Sí No

Por qué: _____

Fuente: Escuela Mecánica Industrial.

Encuesta de participación y actitud hacia el Programa de Producción Más Limpia.

Apéndice 2 **Encuesta de opinión del Programa de Producción Más Limpia**



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

ENCUESTA DE OPINIÓN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Solicitamos de su apoyo para contestar las siguientes preguntas.

INSTRUCCIONES:

Marque con una X la respuesta que mejor se ajusta a la pregunta realizada.

Preguntas	Bueno	Regular	Deficiente
1 Hasta el momento, ¿cómo evaluaría las medidas de producción más limpia implementadas?			
	Bueno	Regular	Deficiente
2 Considera que los esfuerzos realizados por la organización para la implementación de medidas, han sido			
	Bueno	Regular	Deficiente
3 Considera que los esfuerzos realizados por su área para la implementación de medidas, han sido			
	Siempre	Regularmente	Nunca
4 Hasta el momento, considera que la priorización del uso de luz natural en su área, se ha dado			
	Siempre	Regularmente	Nunca
5 Hasta el momento, considera que el apagado de equipos al finalizar jornadas en su área, se ha dado			
	Siempre	Regularmente	Nunca
6 Hasta el momento, considera que el apagado de equipos durante recesos en su área, se ha dado			

Continuación del apéndice 2.

		Permanente	No tan constante	Nunca
7	<i>(Únicamente para el personal del Colegio Génesis)</i> Hasta el momento, considera que se ha hecho uso de un solo microondas, cafeteras, dispensadores de agua dentro de la jornada, de forma			
		Si	No	
8	¿Le gustaría que su área siguiera implementando medidas de producción más limpia?			
		Si	No	
9	¿Considera que la organización debería seguir realizando esfuerzos para continuar la implementación de medidas de producción más limpia?			
		Bueno	Regular	Deficiente
10	Hasta el momento, ¿cómo evaluaría su experiencia como parte de un programa de producción más limpia?			

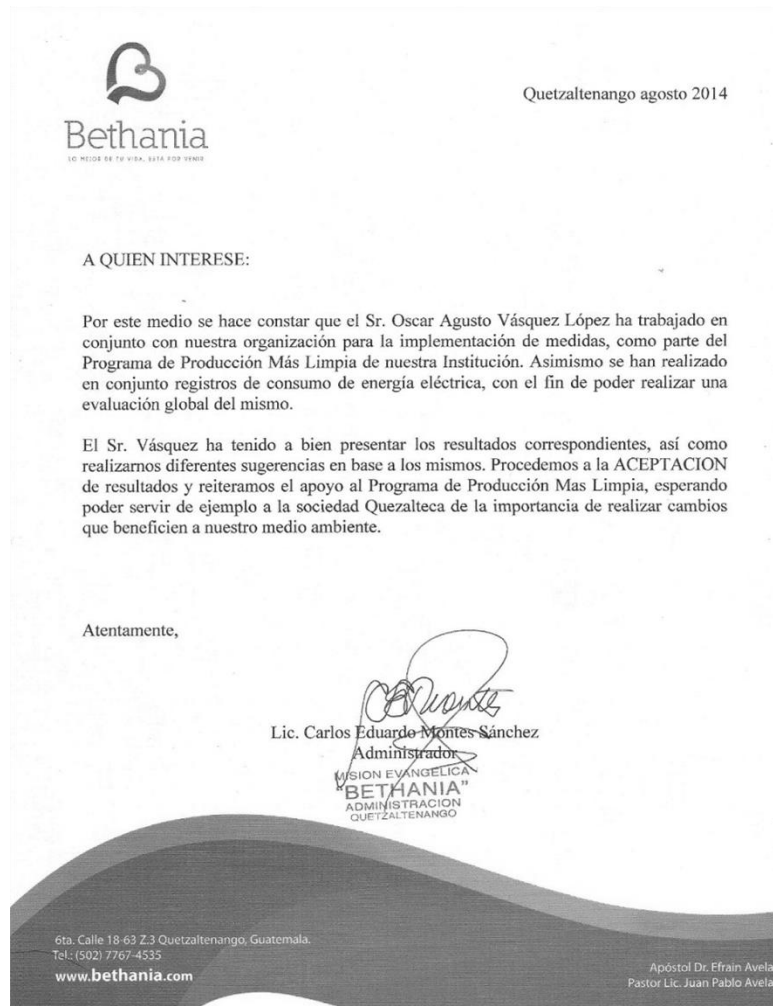
GRACIAS POR EL APOYO

Fuente: Escuela Mecánica Industrial.

ANEXOS

Carta de aceptación de resultados por el representante del Comité de Producción Más Limpia de la Iglesia Cristiana Familiar Bethania.

Anexo 1. Carta de aceptación de resultados



Fuente: Carta de aceptación de resultados.

