



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

**DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS  
DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

**Guillermo José Pimentel Lemus**

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS  
DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**GUILLERMO JOSÉ PIMENTEL LEMUS**

ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 22 de mayo de 2013.



**Guillermo José Pimentel Lemus**





Guatemala, 24 de julio de 2014.  
REF.EPS.DOC.799.07.2014.

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Guillermo José Pimentel Lemus**, Carné No. **200915354** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel  
**Asesor-Supervisor de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 24 de julio de 2014.  
REF.EPS.D.386.07.2014

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

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Guillermo José Pimentel Lemus** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Guillermo José Pimentel Lemus**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, julio de 2014.

/mgp



REF.DIR.EMI.149.014

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 **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Guillermo José Pimentel Lemus**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2014.

/mgp



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 420.2014

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: **DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES, EN LA MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Guillermo José Pimentel Lemus**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 22 de agosto de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por la vida y por haberme brindado una familia llena de amor.
- Mis padres** Susana Lemus y Leopoldo Pimentel, por apoyarme durante toda la vida y ser un ejemplo.
- Mi hermano** Manuel Antonio Lemus, por el apoyo brindado en el transcurso de mi carrera universitaria.
- Mis tíos y primos** Por su cercanía en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por su aporte para el desarrollo del país.

**Mi asesor** Ingeniero Jaime Humberto Batten, por el apoyo en la realización de este trabajo.

**Mis amigos** Por su acompañamiento y los momentos compartidos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN.....	1
1.1. Datos generales .....	1
1.1.1. Antecedentes.....	2
1.1.2. Visión.....	3
1.1.3. Misión .....	3
1.1.4. Recursos.....	4
1.1.4.1. Naturales .....	4
1.1.4.2. Físicos .....	5
1.1.4.3. Humanos .....	7
1.1.5. Localización .....	10
1.2. Actividades actuales.....	11
1.2.1. Servicio de recolección de desechos sólidos .....	16
1.2.2. Situación de rutas .....	17
1.2.3. Situación de higiene y seguridad .....	17
2. DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES.....	19
2.1. Situación actual de la institución.....	19



2.1.1.	Diagnóstico de la situación.....	19
2.1.1.1.	Análisis causa y efecto .....	20
2.1.2.	Definición de la metodología de análisis .....	22
2.1.2.1.	Formulación de la encuesta .....	22
2.1.2.2.	Procedimiento para la determinación del tamaño muestral.....	25
2.1.2.3.	Análisis para el reordenamiento de rutas de recolección .....	30
2.1.2.4.	Estudio de manipulación de cargas.....	33
2.1.3.	Estudio estadístico .....	41
2.1.3.1.	Formulación de la encuesta .....	41
2.1.3.1.1.	Estructuración de la encuesta.....	44
2.1.3.1.2.	Delimitación de la población.....	46
2.1.3.1.3.	Determinación del tamaño muestral .....	46
2.1.3.2.	Ejecución de la encuesta.....	49
2.1.3.2.1.	Muestreo efectuado en el casco urbano.....	49
2.1.4.	Estudio de rutas de recolección .....	51
2.1.4.1.	Observación de rutas utilizadas actualmente.....	51
2.1.5.	Estudio de las condiciones de trabajo .....	52
2.1.5.1.	Observación del manejo de desechos.....	53
2.1.6.	Estudio económico financiero.....	57
2.1.6.1.	Recopilación de información .....	57
2.1.6.2.	Ingresos y costos actuales .....	59

	2.1.6.3.	Análisis para la eliminación de la tercerización .....	59
2.2.		Propuesta de mejora .....	59
	2.2.1.	Análisis del muestreo estadístico.....	60
		2.2.1.1. Presentación de datos .....	60
		2.2.1.2. Conclusiones de la encuesta.....	66
	2.2.2.	Reordenamiento para la recolección .....	67
		2.2.2.1. Propuesta de reordenamiento .....	67
	2.2.3.	Logística para la recolección .....	72
		2.2.3.1. Transporte .....	73
		2.2.3.2. Descripción del tipo y frecuencia de recolección.....	76
		2.2.3.3. Clasificación de la basura.....	90
		2.2.3.4. Disposición final.....	93
	2.2.4.	Condiciones de trabajo .....	99
		2.2.4.1. Propuesta de mejora .....	99
	2.2.5.	Análisis de costos .....	106
		2.2.5.1. Costos e ingresos .....	106
		2.2.5.2. Análisis de recuperación de la inversión .....	110
3.		DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CALDERA DEL HOSPITAL REGIONAL DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.....	115
	3.1.	Situación actual .....	115
		3.1.1. Condición actual del equipo.....	116
		3.1.2. Recurso humano .....	119
		3.1.3. Mantenimiento preventivo actual .....	119
		3.1.4. Potencia teórica.....	120

3.1.5.	Consumo de combustible .....	120
3.1.6.	Pérdidas por incrustación .....	123
3.1.7.	Capacidad de producción energética .....	124
3.1.8.	Red de distribución.....	125
3.2.	Propuesta de mejora .....	127
3.2.1.	Plan de mantenimiento preventivo .....	127
3.2.1.1.	Recurso humano .....	127
3.2.1.2.	Rutinas .....	130
3.2.1.3.	Programación .....	136
3.2.1.4.	Actividades básicas del Plan de Mantenimiento Preventivo .....	142
4.	CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES .....	147
4.1.	Planificación .....	147
4.1.1.	Objetivos .....	147
4.1.2.	Definición del contenido a impartir .....	148
4.1.3.	Definición del personal a participar .....	150
4.2.	Programación.....	150
4.2.1.	Fecha y horario .....	151
4.3.	Metodología de trabajo.....	151
4.3.1.	Capacitación tipo exposición .....	151
4.4.	Evaluación.....	153
	CONCLUSIONES.....	157
	RECOMENDACIONES .....	159
	BIBLIOGRAFÍA.....	161
	ANEXOS.....	163

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Escudo de la ciudad de Cobán .....	2
2.	Organigrama .....	15
3.	Diagrama causa – efecto .....	21
4.	Gráfica de la distribución normal .....	29
5.	GPS utilizado para el registro de rutas.....	32
6.	Gráfica peso de la carga/frecuencia para operaciones de levantamiento.....	34
7.	Distancia entre la mano y la zona lumbar .....	35
8.	Recorrido vertical en la operación de levantamiento.....	36
9.	Torsión del tronco e inclinación lateral .....	37
10.	Limitaciones de la postura.....	37
11.	Agarre de la carga.....	38
12.	Superficie del suelo .....	39
13.	Otros factores ambientales .....	40
14.	Estructura de la encuesta.....	45
15.	Casco urbano de Cobán, Alta Verapaz .....	50
16.	Vista panorámica del vertedero.....	52
17.	Empleados sin equipo de protección.....	53
18.	Utilización del servicio de recolección de desechos.....	61
19.	Empresa recolectora .....	62
20.	Hora de atención.....	63
21.	Días de atención .....	64
22.	Calidad del servicio .....	65

23.	Percepción de la tarifa del servicio .....	66
24.	Rutas de recolección de la empresa Marconi .....	68
25.	Rutas de recolección de la empresa Sol.....	69
26.	Rutas de recolección de la empresa Servinorte .....	70
27.	Camión compactador.....	76
28.	División zona diez.....	80
29.	División zona doce.....	81
30.	Marconi ruta lunes- jueves.....	82
31.	Marconi ruta martes - viernes .....	83
32.	Marconi ruta miércoles - sábado.....	83
33.	Sol ruta lunes - jueves .....	84
34.	Sol ruta martes - viernes.....	85
35.	Sol ruta miércoles - sábado .....	86
36.	Servinorte ruta lunes - jueves .....	87
37.	Servinorte ruta martes - viernes.....	88
38.	Servinorte ruta miércoles - sábado .....	89
39.	Tríptico informativo, portada y contraportada .....	91
40.	Tríptico informativo, interior .....	92
41.	Flujograma para la disposición final.....	94
42.	Tractor oruga D6T.....	95
43.	Mantenimiento preventivo diario para tractor .....	97
44.	Mantenimiento preventivo semanal para tractor .....	97
45.	Mantenimiento preventivo mensual para tractor .....	98
46.	Mantenimiento preventivo semestral para tractor .....	98
47.	Equipo de protección personal .....	100
48.	Registro de accidentes y enfermedades profesionales.....	101
49.	Control diario de maquinaria.....	101
50.	Registro de reparaciones y mantenimiento.....	102
51.	<i>Check list</i> del mantenimiento preventivo diario para camiones .....	102

52.	<i>Check list</i> del mantenimiento preventivo semanal para camiones .....	103
53.	<i>Check list</i> del mantenimiento preventivo mensual para camiones .....	103
54.	<i>Check list</i> del mantenimiento preventivo trimestral para camiones ....	104
55.	<i>Check list</i> del mantenimiento preventivo semestral para camiones ...	104
56.	<i>Check list</i> del mantenimiento preventivo anual para camiones .....	105
57.	<i>Check list</i> del mantenimiento preventivo bianual para camiones .....	105
58.	Descripción de inversión inicial, en quetzales .....	106
59.	Costos mano de obra anual, en quetzales .....	107
60.	Proyección de salarios a 5 años, con crecimiento del 5 por ciento anual, en quetzales .....	108
61.	Costos por mantenimiento administrativo, en quetzales .....	108
62.	Proyección costos variables a 5 años, en quetzales .....	109
63.	Proyección de costos totales a 5 años, en quetzales .....	109
64.	Proyección a 5 años de ingresos, por cobro del servicio, en quetzales .....	110
65.	Proyección de egresos e ingresos totales .....	111
66.	Tasa Interna de Retorno .....	113
67.	Cuarto de máquinas, Hospital Regional, Cobán Alta Verapaz .....	116
68.	Placa de caldera de 80 caballos de vapor .....	117
69.	Placa de caldera de 60 caballos de vapor .....	118
70.	Secadoras del Hospital Regional, Cobán Alta Verapaz .....	121
71.	Tubería en mal estado .....	125
72.	Aislamiento actual .....	126
73.	Organigrama propuesto para el Departamento de Mantenimiento ....	129
74.	Rutina diaria .....	130
75.	Rutina semanal .....	131
76.	Rutina mensual .....	132
77.	Rutina trimestral .....	133
78.	Rutina semestral .....	134

79.	Rutina anual.....	135
80.	Orden de trabajo .....	137
81.	Orden de servicio.....	138
82.	Programación del mantenimiento de la caldera pirotubular .....	139
83.	Actividades mantenimiento preventivo calderas .....	143
84.	Capacitación acerca del equipo de protección personal y correcto levantamiento de cargas .....	152
85.	Boleta de evaluación.....	153

## TABLAS

I.	Estimación de la población total del municipio de Cobán .....	7
II.	Población del municipio de Cobán según grupo étnico .....	8
III.	Porcentaje población del municipio de Cobán, según estructura etárea .....	8
IV.	Número de viviendas ocupadas y hogares censales del municipio de Cobán .....	9
V.	Porcentaje del idioma en que la población del municipio de Cobán aprendió a hablar .....	9
VI.	Cuadro comparativo del porcentaje de nivel escolar, nacional, departamental y del municipio de Cobán.....	10
VII.	Niveles de acción según puntaje acumulado .....	40
VIII.	Porcentaje de servicios de agua potable por zona, en el casco urbano de Cobán .....	48
IX.	Encuestas por zona .....	48
X.	Resultado del nivel de riesgo expuesto por factor .....	56
XI.	Pago por arbitrio de recolección de desechos sólidos .....	58
XII.	Usuarios por empresa.....	58
XIII.	Utilización del servicio de recolección de desechos .....	60

XIV.	Empresa recolectora .....	61
XV.	Hora de atención .....	62
XVI.	Días de atención .....	63
XVII.	Calidad del servicio .....	64
XVIII.	Percepción de la tarifa del servicio.....	65
XIX.	Porcentaje aproximado de participación por empresa de recolección de desechos, Cobán, Alta Verapaz .....	71
XX.	Porcentaje poblacional por zona, Cobán, Alta Verapaz .....	71
XXI.	Compatibilidad de factores por tipo de recolección .....	78
XXII.	Opciones de frecuencia para la recolección.....	79
XXIII.	Programación para la recolección.....	82
XXIV.	Cotización tractor D6T.....	96
XXV.	Ficha técnica de caldera de 80 caballos de vapor .....	117
XXVI.	Ficha técnica de caldera de 60 caballos de vapor .....	118
XXVII.	Consumo de combustible.....	122
XXVIII.	Pérdida de combustible por incrustación.....	123
XXIX.	Planificación de la capacitación .....	151
XXX.	Primera sección de evaluación de la capacitación .....	154
XXXI.	Segunda sección de evaluación de la capacitación .....	155





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Bhp</b>	Caballo de vapor
<b>UTM</b>	Coordenadas Universal Transversal de Mercator
<b>Gal</b>	Galón
<b>°C</b>	Grados centígrados
<b>Kcal</b>	Kilocaloría
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Km</b>	Kilómetro
<b>Psi</b>	Libra por pulgada cuadrada
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>mm</b>	Milímetro
<b>BTU</b>	Unidad Térmica Británica



## GLOSARIO

<b>Arbitrio</b>	Impuesto establecido por la municipalidad sobre las empresas por participación en el servicio de recolección.
<b>Desechos sólidos comunes</b>	Materiales no peligrosos descartados por el ser humano o generados por la naturaleza, que no tienen utilidad para su actual poseedor.
<b>Disposición final</b>	Depósito definitivo de los residuos sólidos municipales bajo condiciones controladas y ambientalmente adecuadas, para reducir daños al ambiente.
<b>Kárstico</b>	Relieve causado por meteorización química de determinadas rocas como la caliza, dolomía, yeso, entre otras, compuestas por minerales solubles en agua.
<b>Límnico</b>	Término descriptivo aplicado al ambiente deposicional de lagos de agua dulce.
<b>Lixiviado</b>	Líquido consecuencia de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido, habitualmente arrastra gran cantidad de los compuestos presentes en el sólido que atraviesa.

<b>Modus operandi</b>	Modo de operar, se refiere a la manera habitual o característica de actuar de una persona o de un grupo.
<b>Per cápita</b>	Locución latina de uso actual que significa literalmente por cada cabeza, se refiere a por persona o por individuo.
<b>Talud</b>	Inclinación de un terraplén o desmonte.
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	Promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados de una inversión.
<b>Tercerización</b>	Proceso económico en el cual una empresa destina los recursos orientados a cumplir ciertas tareas hacia una empresa externa, por medio de un contrato.
<b>Valor Presente</b>	Valor actual del capital que no es inmediatamente exigible, utilizando la suma total bajo cierto interés compuesto a una cantidad equivalente en el tiempo actual.
<b>Valor Presente Neto</b>	Permite determinar si se cumple con maximizar la inversión, en la evaluación de un proyecto.

## RESUMEN

La recolección de desechos domiciliarios en el casco urbano del municipio de Cobán, actualmente se encuentra funcionando bajo concesión de tres empresas privadas. Se diseñaron lineamientos para mejorar el servicio, abarcando actividades como:

- Observar las condiciones actuales del servicio para generar una propuesta de mejora.
- Trabajo de campo para el estudio de rutas de recolección y condiciones laborales.
- Ejecución de una encuesta como herramienta para generar más información.
- Mejoras para la logística de recolección.
- Análisis para la eliminación del servicio como concesión.

Se realizó una capacitación con el fin de trasladar conocimientos acerca del equipo de protección personal y el correcto levantamiento de cargas dirigido a los empleados de recolección de desechos sólidos domiciliarios, para contribuir a reducir riesgos en la salud ocupacional.

También se diseñó un Plan de Mantenimiento Preventivo para las Calderas del Hospital Regional de Cobán, analizando aspectos como: el recurso humano, condiciones actuales de la maquinaria, mantenimiento preventivo existente, potencia real del equipo, pérdida energética, capacidad de producción y la red de distribución; planteando mejoras para la administración del equipo.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar la recolección de desechos sólidos domiciliarios, para de contribuir a reducir el impacto sobre el ambiente derivado de una reducida cobertura y logística ineficiente en la prestación del servicio.

### **Específicos**

1. Obtener datos de la población que utiliza el servicio mediante un muestreo estadístico.
2. Identificar deficiencias en las rutas de recolección de los desechos sólidos domiciliarios.
3. Establecer lineamientos para mejorar el desempeño y la calidad del servicio tales como: transporte, planificación, programación, disposición final e información para la clasificación de la basura dirigida al usuario.
4. Presentar un reordenamiento de las rutas de recolección de desechos sólidos domiciliarios actuales.
5. Analizar los costos para el funcionamiento del servicio, en caso de eliminar la concesión a empresas privadas.



6. Proponer la utilización de equipo de protección personal, para la reducción del riesgo de lesiones.
7. Capacitar al personal de recolección de desechos sólidos con respecto a la importancia de la utilización del equipo de protección personal y el correcto levantamiento de cargas.
8. Definir una guía de rutinas de mantenimiento preventivo que garanticen el funcionamiento de las calderas utilizadas en el Hospital Regional de Cobán.

## INTRODUCCIÓN

El impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente es determinante, este abarca una gama de ámbitos que incluyen la conservación de recursos hídricos y bosques, la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano y la disposición adecuada de desechos, entre otros.

Esta premisa constituye un punto a subrayar dentro de las actividades que desarrollan las municipalidades y los consejos de desarrollo a quienes la Ley faculta y obliga a encauzar acciones que velen por su conservación, dentro de la amplia óptica de la seguridad de la población.

En cuanto al acceso a servicios de saneamiento básico, incluido lo relativo a eliminación de desechos, persisten en el país grandes diferencias entre los distintos grupos de habitantes. Un alto porcentaje de residuos sólidos se elimina sin tratamiento o disposición adecuada.

La cabecera de Alta Verapaz no es la excepción, como se describe en este informe, el proceso de recolección y eliminación de desechos adolece de varios inconvenientes que se traducen en riesgo. Estos abarcan aspectos relacionados con la contaminación ambiental y proliferación de insectos y roedores, entre otros, además de inconvenientes relacionados con la salud y seguridad operacional del empleado responsable de brindar el servicio.

Muchos de esos inconvenientes pueden superarse reorientando las acciones que deben incluir, como parte activa, a la propia población,

coordinando esfuerzos con otras instituciones que velan por el bienestar de los habitantes, en este caso instituciones de salud y educación.

Para el diseño de la recolección de desechos se establecieron lineamientos que abarcan el transporte, planificación, programación, clasificación y disposición final. Además este estudio cuenta con un análisis de costos en caso de que la municipalidad fuera la encargada de proveer el servicio, eliminando la modalidad de tercerización actual.

También, teniendo en cuenta que el recurso más importante en una empresa es el humano, se ejecutó una concisa capacitación en los temas de equipo de protección personal y el correcto levantamiento de cargas, destinado a los responsables de la recolección de desechos sólidos.

La parte final del ejercicio profesional supervisado se centró en la importancia a actuar antes de que se presente un problema para equipo crítico, por lo que se enfocó en aspectos generales sobre mantenimiento preventivo en las calderas del Hospital Regional de Cobán, Alta Verapaz, el cual es un centro de referencia obligado a prestar atención de salud integral y de calidad.

# 1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN

## 1.1. Datos generales

“Cobán fue fundada por fray Bartolomé de Las Casas, bajo la advocación de Santo Domingo de Guzmán, patrono de la ciudad, el 4 de agosto de 1538. Entre los misioneros dominicos que ayudaron a fundar la ciudad se encuentran Pedro de Angulo, Domingo de Vico y Luis de Cáncer, responsables de conquistar a los q'eqchi' con el catecismo y no con las armas. Por lo anterior, un fraile de la misma congregación, llamado Bernardo Patricio de Caballos, denominó a la entonces llamada Tezulutlán, tierra de guerra, como visión de la paz de la nueva Jerusalén de las Indias, lo que posteriormente derivaría en Verapaz.

El rey Carlos V le tomó cariño a la ciudad por haber sido conquistada pacíficamente, por lo que le confirió el título de Imperial, dotándola también de Escudo de Armas del cual, en la parte superior se ve un arco iris, en campo azul y sobre este la inscripción: Yo pondré mi arco. En la parte inferior aparece un globo terráqueo con el símbolo de la orden de Santo Domingo y sobre este una paloma blanca, con un ramo de olivo en el pico.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Otros: Municipalidad de Cobán Ciudad imperial. Portal virtual [en línea]. <http://www.coban.com.gt/index.php/institucional/areas/historia> [Publicación: 28 de septiembre de 2012] [Consulta: 23 de abril de 2013]

Figura 1. **Escudo de la ciudad de Cobán**



Fuente: Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz.

### **1.1.1. Antecedentes**

El edificio municipal de Cobán, donde se asientan las oficinas respectivas, fue construido durante los años previos a la Segunda Guerra Mundial entre 1910 y 1918, originalmente sus instalaciones tenían la característica de una casa estilo colonial de un solo nivel. Según datos obtenidos de fuentes de tradición oral, este edificio antiguamente, era de paredes muy anchas que lucían un color blanco puro y grandes puertas de madera con vistosos detalles labrados por artesanos de la región, el techo estaba cubierto de teja de barro cocido que con la luz del día reflejaba un color rojo purpura. Esta edificación se mantuvo de pie durante muchos años, soportando los sismos que han afectado al país.

Tanto las actuales como las antiguas instalaciones de la Municipalidad de Cobán, fueron construidas con piedra extraída de la cantera conocida hoy como Talpetate, trasladada en hombros por nativos de la región.

### **1.1.2. Visión**

“Ser una institución moderna y fortalecida que apoya y ejecuta acciones de desarrollo humano de manera participativa, transparente, eficaz y eficiente para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población y hacer de nuestro municipio un modelo de ciudad cultural, de desarrollo productivo sostenible y de inversión socioeconómica”<sup>2</sup>.

### **1.1.3. Misión**

“Contribuimos a que Cobán sea un municipio culto, que produce sosteniblemente y crece económica y socialmente, a través de impulsar el desarrollo humano; la promoción del turismo; el desarrollo empresarial y económico; estimulando las oportunidades comerciales; la tecnificación agrícola; el uso sostenible de los recursos naturales; mejorando la infraestructura, ejecutando proyectos de agua, drenaje, pavimento, urbanización y carreteras.”<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Otros: Municipalidad de Cobán Ciudad imperial. Portal virtual [en línea]. <http://www.coban.com.gt/index.php/institucional> [Publicación: 28 de septiembre de 2012] [Consulta: 23 de abril de 2013]

<sup>3</sup> Ibid.

#### **1.1.4. Recursos**

La ciudad de Cobán es cabecera del municipio homónimo y del departamento de Alta Verapaz.

##### **1.1.4.1. Naturales**

- Flora

El municipio es bastante rico, existiendo variedad de plantas, tales como la palmera, chit, shate de exportación, y otras. Existe gran variedad de orquídeas, sobresaliendo la Monja Blanca, flor nacional de Guatemala, también se producen azalea, camelia, dalia, etc.

- Fauna

La fauna es variada, existen animales como: tiguillom, venado grande, venado cola blanca, cabro de monte, tigre, ocelote, chacha, coche de monte, jabalí, cotuza, puercoespín, tepezcuintle, pizote, ardilla, mapache, loro, guacamaya, cenzontle, guardabarranco, perico, sulula y muchas más. No puede dejar de mencionarse el quetzal, los principales refugios donde se puede encontrar son la Sierra de Chamá, Xucaneb, Samac y Seacté.

- Áreas de protección

Entre las principales áreas de protección se encuentran el balneario Talpetate, parque nacional Las Victorias, balneario San José La Colonia, la laguna de Lachuá y el cerro Xucaneb.

Los recursos hídricos son abundantes, destacándose los ríos Chixoy, Cahabón y Polochic.

#### **1.1.4.2. Físicos**

El municipio de Cobán es la cabecera de Alta Verapaz, constituyéndose además, en sede departamental y regional de la mayoría de entidades públicas y organizaciones no gubernamentales que operan en la región. Cuenta con demandas propias de los centros urbanos actuales, este crecimiento plantea los problemas asociados a las concentraciones urbanas, entre ellos, la disposición de los desechos sólidos.

El municipio aglutina una ciudad, 11 aldeas y 55 caseríos, los principales accidentes geográficos son: la sierra de Chamá, 12 montañas, los cerros de Ixilá, La Sultana Nimtacá, Peyaí y Tzapur, 3 islotes, Cacaná, Quita Camisa y Tapados.

Entre los servicios básicos ubicados en la cabecera municipal se pueden mencionar: agua potable, luz eléctrica, hospital y centro de salud; centros educativos nacionales y privados de preprimaria, primaria, básicos y diversificado, además de un Instituto Normal Mixto. También cuenta con el Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala y otras extensiones universitarias, oficinas de correo, telégrafo y teléfonos, agencias bancarias, estadio de fútbol, delegación de la Cruz Roja, cuerpo de bomberos, hoteles y pensiones, servicio de buses tanto para la capital como para otros municipios del país.



- Clima

Cobán se encuentra a 1 317 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura moderada y relativamente uniforme de 20 grados centígrados durante todo el año, una precipitación pluvial media de 2 000 milímetros. La humedad relativa promedio es de 70 por ciento. Estos parámetros hacen que el clima sea templado, muy húmedo y relativamente lluvioso.

- Fisiografía

El relieve predominante en la zona norte es la topografía kárstica, reconocida por la presencia de sumideros, llamados siguanes, cavernas, así como depresiones originadas por el desplome de un sistema de cavernas antiguas. Es común, asimismo, que en la parte central de esas colinas se encuentren vestigios de sumideros.

- Geología

Sobre la formación de Cobán aparecen arcillas límnicas, suelos café-rojizo, grava de terrazas, depósitos fluviales y suelos aluviales, en orden ascendente.

Los depósitos fluviales y suelos aluviales se ven principalmente en el recorrido de los ríos Cahabón y Chío, estos derivan de la erosión y posterior depósito causado por los ríos mencionados, presentan en general, un color café-rojizo y se observan en las partes altas, así como en las depresiones formando relleno.

### 1.1.4.3. Humanos

- Población

Las características de la población están enmarcadas dentro de los factores que, generalmente son estudiados a nivel de país y muy pocas veces a nivel de municipio. Como en esta ciudad, hay falta de estudios poblacionales propios, situación que únicamente excluye a la capital. Lo anterior obliga a apoyarse en los datos que proporciona el Instituto Nacional de Estadística. Entre los principales datos destacan la estimación del crecimiento poblacional, como se muestra en la tabla I.

Tabla I. **Estimación de la población total del municipio de Cobán**

AÑO	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cobán	241 569	250 675	259 997	269 556	279 372	289 421	299 673	310 102

Fuente: XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación. INE 2002.

- Población según grupo étnico

Los mayas de la Guatemala actual viven, en su mayoría, en áreas rurales, 68,3 por ciento, mientras que los ladinos, en áreas urbanas, lo mismo que la minoría garífuna. La mayoría de personas pertenecientes a las etnias q'eqchi' y poqomchi' del país, habitan predominantemente en el área rural un 84,7 por ciento según reveló el último censo, los segundos en un 78,8 por ciento.

Tabla II. **Población del municipio de Cobán según grupo étnico**

MUNICIPIO	MAYA	LADINA
Cobán	122 439	21 920

Fuente: XI Censo Nacional de Población. INE 2002.

- Estructura etárea de la población

Según los datos del censo 2002, el 49 por ciento de la población se ubicaba entre 0 y 17 años, 46,6 por ciento aglutinaba al grupo entre 18 y 64 años y un 4,4 por ciento estaba integrado por personas de 65 años o más.

Tabla III. **Porcentaje población del municipio de Cobán, según estructura etárea**

MUNICIPIO	De 0 a 6 años	De 7 a 14 años	De 15 a 17 años	De 18 a 59 años	De 60 a 64 años	De 65 a más años
COBÁN	22,6	21,6	7,1	44,0	1,5	3,2

Fuente: XI Censo Nacional de Población. INE 2002.

- Número de familias

En cuanto a los conceptos que maneja el censo del INE, para poder describir el número de familias en la región, se encuentran el de hogares censales y el de viviendas ocupadas. El hogar censal se refiere a una o varias personas que viven juntas bajo un mismo techo para proveer y satisfacer sus necesidades alimenticias y de habitación. Sin embargo, cuando se habla de viviendas ocupadas, se incluye todo espacio físico de alojamiento estructuralmente separado e independiente que ha sido construido,

transformado o dispuesto para ser habitado. Por lo anterior, se observa que puede haber uno o varios hogares censales dentro de una vivienda.

Tabla IV. **Número de viviendas ocupadas y hogares censales del municipio de Cobán**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>VIVIENDAS OCUPADAS</b>	<b>HOGARES CENSALES</b>
<b>COBÁN</b>	25 849	26 392

Fuente: XI Censo Nacional de Población. INE 2002.

- Idioma

La tabla V muestra el porcentaje de personas que tienen por idioma materno alguna lengua maya o el español. En el municipio, el 27,7 por ciento de la población aprendió a hablar en español, 72,3 por ciento en lengua maya, los cuales son los predominantes de la región.

Tabla V. **Porcentaje del idioma en que la población del municipio de Cobán aprendió a hablar**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>MAYA</b>	<b>ESPAÑOL</b>	<b>OTROS</b>
<b>COBÁN</b>	72,30	27,70	0,06

Fuente: XI Censo Nacional de Población. INE 2002.

- Escolaridad

El nivel de escolaridad influye en la adopción de nuevas tecnologías significando un impacto positivo en los factores de producción contribuyendo al crecimiento económico, entre otras consecuencias para el desarrollo de la

población. Estos son los datos que presenta el INE con respecto al nivel de escolaridad en la región.

Tabla VI. **Cuadro comparativo del porcentaje de nivel escolar, nacional, departamental y del municipio de Cobán**

CENTRO POBLADO	NINGUNO	PRE PRIMARIA	PRIMARIA 1° A 3°	PRIMARIA 4° A 6°	MEDIA 1° A 3°	MEDIA 4° A 7°	SUPERIOR
PAIS	28,2	1,1	26,9	23,8	8,5	7,9	3,6
ALTA VERAPAZ	47,1	1,6	25,4	16,7	4,9	3,2	1,2
COBÁN	38,2	1,2	23,6	19,0	7,8	6,9	3,4

Fuente: XI Censo Nacional de Población. INE 2002.

### 1.1.5. Localización

- Ubicación geográfica

- 15° 27' 23" de latitud
- 90° 22' 37" de longitud
- Altura de 1 316,91 msnm

- Distancia de la capital

214 kilómetros al norte de la ciudad capital de Guatemala, desde la cual se llega por las rutas CA-9 carretera al Atlántico y CA-14 de las verapaces.

- Límites

- Norte: Ixcán, municipio de Quiché; río Chixoy o Negro, entre ambos.
- Sur: Tamahú, Tactic, Santa Cruz Verapaz, San Cristóbal Verapaz.
- Oriente: Chisec, San Pedro Carchá y San Juan Chamelco.

- Poniente: Uspantán, municipio de Quiché, río Chixoy o Negro, entre ambos.

## **1.2. Actividades actuales**

La Municipalidad de Cobán está organizada de acuerdo al mandato de la Constitución Política de la República de Guatemala, como una entidad de servicio al interés público, mismo que se le encomienda siguiendo los lineamientos de eficiencia, eficacia, participación comunitaria y descentralización. Por lo anterior, está obligada a proveer, planificar, normalizar, programar, controlar y evaluar los servicios que se prestan a la población. Esto lo lleva a cabo mediante la siguiente estructura organizacional:

- Concejo Municipal, comisiones del Concejo y COMUDE (Consejos Municipales de Desarrollo)

Entre sus atribuciones se incluyen: el abastecimiento, planificación, programación, control y evaluación de los servicios públicos. También le compete decidir de qué forma o modalidad se prestarán estos servicios.

- Alcalde municipal

Entre sus responsabilidades tiene la dirección de la administración municipal, cuidando el cumplimiento de políticas públicas y planes de desarrollo del municipio.

- Secretaría Municipal

Encargada de apoyar la elaboración de documentos administrativos y registro de vecindad.

- Relaciones Públicas

Departamento responsable de divulgar planes, programas, proyectos, logros municipales y campañas.

- Juzgado de Asuntos Municipales y de Tránsito

Sus funciones se encuentran enunciadas en el Código Municipal, en coordinación con la Policía Municipal de Tránsito (PMT) y la Policía Municipal (PM).

- Gerencia Municipal

Delegada para supervisar la adecuada prestación de los servicios municipales, abarcando el cumplimiento de los reglamentos, acuerdos y normativas municipales. También se encarga de controlar el cumplimiento de directrices, planes y acuerdos del Concejo Municipal al respecto de la cooperación de las instituciones públicas y privadas, así como la coordinación con las direcciones municipales para la elaboración de planes de trabajo.

- Dirección de Desarrollo Social

Integrada por Promoción Comunitaria, Desarrollo Social de la Mujer, Atención e Información Comunitaria y coordinadores regionales.

- Dirección Administrativa

Constituida por: Informática, Transportes y Maquinaria, Recursos Humanos, Concesiones y Autorizaciones, Mensajería y Mantenimiento de Infraestructura Municipal.

- Dirección de Servicios Públicos

Integrada por centros recreativos, agua potable, alcantarillados y sanitarios, cementerios, biblioteca y mercados.

- Dirección Financiera:

Aglutina a Auditoría Interna, Almacén y Compras, Presupuesto y Contabilidad.

- Dirección Técnica y de Planificación

Incluye a Munivial, Catastro, Planificación, Ingeniería y supervisión, Ordenamiento urbano y Control inmobiliario municipal.

- Dirección de Fomento Económico y Gestión Ambiental

Compuesta por gestión de información y promoción económica local, y la gestión de los recursos naturales y ambientales, la cual toma como base las leyes vigentes en el país, estas se describen en el anexo A.



- Características organizacionales

La organización tiene como objetivo general: alcanzar la sostenibilidad en la calidad de vida de la población, constituyendo un municipio modelo de crecimiento equitativo, económico y social.

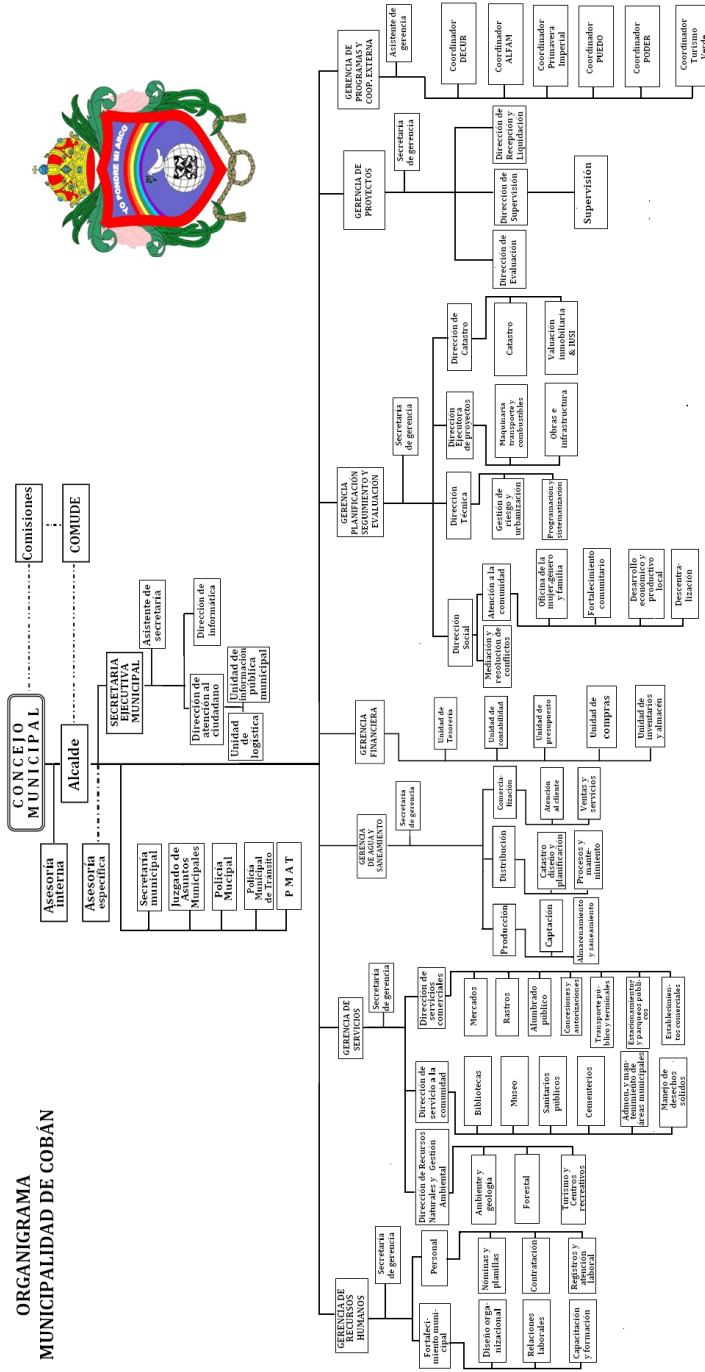
Entre las características notorias relativas al mando se observa que es ejercido de forma vertical, reportándose a un solo superior. Siendo así que el alcalde responde al Concejo Municipal, los directores al alcalde y el personal restante a su jefe inmediato. La organización se encuentra constituida de manera horizontal por departamentos.

Dentro de la organización se manejan los aspectos de responsabilidad- autoridad, donde se da una orden y se espera que sea cumplida, también existe la delegación de funciones, pero de autoridad, lo cual hace que la toma de decisiones esté directamente ligada al alcalde y al Concejo Municipal.

El organigrama utilizado es de tipo vertical, donde cada puesto subordinado a otro se representa en un nivel inferior ligados por líneas que denotan la comunicación de responsabilidad y autoridad. Los niveles generales que se presentan son la alta administración, administración intermedia y administración inferior. Entre las ventajas de este tipo de organigrama se tiene que indica de forma objetiva las jerarquías del personal, en cuanto a desventaja se puede generar que después de dos niveles es muy difícil indicar los puestos inferiores, ya que se vuelven muy alargados los organigramas.

También se encuentran rasgos burocráticos que demanda la jerarquía de poder, formalización de la delegación de responsabilidades y toma de decisiones centralizadas.

Figura 2. Organigrama



Fuente: Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz

### **1.2.1. Servicio de recolección de desechos sólidos**

El servicio de limpieza municipal tiene como objetivo la prevención de la contaminación ambiental del entorno urbano que generan las actividades diarias de los vecinos. Por lo tanto, es necesario proveer el servicio en las mejores condiciones para la población. En gran medida el éxito de este servicio se basa en lograr la mayor cobertura posible y que se prevenga la contaminación al momento de la disposición final de los desechos. En estos dos aspectos antes mencionados, se basan los lineamientos para proporcionar soluciones a la problemática.

En Cobán el servicio se encuentra tercerizado, a cargo de tres empresas privadas: Marconi, Servinorte y Sol. Esta concesión del servicio se ejerce con poco control municipal en distintos aspectos como logística, maquinaria, recurso humano, entre otros, ya que no se cuenta con auditoría de parte del ente público. Lo anterior deja en mucha libertad de acción a las empresas, generando poca coordinación e ineficiencia en los esfuerzos para optimizar el servicio.

Según los recolectores privados solo 2 200 hogares ubicados, principalmente en las zonas 1, 2, 3, 4 y 5, son cubiertas por el servicio a un precio de Q. 30,00 por hogar al mes, cumpliendo con la recolección dos veces por semana. Las empresas erogan Q. 1,50 a la Municipalidad por cada usuario; sin embargo, son las mismas empresas las encargadas de reportar el número de usuarios registrados, por lo que la entidad municipal no ejerce control sobre el pago de este arbitrio.

### **1.2.2. Situación de rutas**

Las rutas para la recolección de los desechos sólidos son arbitrarias, dependen de la disposición, recursos y limitantes de las empresas. Esto implica que cada una de ellas tenga una logística individual, sin aprovechar el trabajo en grupo que se podría generar al planificar en conjunto. Consecuentemente esto representa para la Municipalidad un mal uso de los recursos disponibles, dificultando una mejor cobertura y calidad del servicio del cual es responsable.

Entre las consecuencias principales que se generan al proveer el servicio de forma individual se encuentra que no se tiene definida el área de cobertura del servicio, no existe logística integral entre las empresas, lo que conlleva duplicidad de esfuerzos, tampoco existe inventario ni evaluación del equipo para extracción de desechos; además no se cuenta con lineamientos para contratación del personal y el ejercicio de sus funciones.

Al contar con una política y planes de acción integrales, la Municipalidad puede disponer en mejor forma de los recursos lo que representa mayor control sobre la situación. Esto inclusive podría llevar al ente público a solicitar ofertas y planes estratégicos a otras empresas interesadas en la concesión del servicio, dando la misma a la mejor calificada, de forma pública y transparente.

### **1.2.3. Situación de higiene y seguridad**

El involucramiento por parte de la Municipalidad en el manejo del servicio es necesario para que se respete la integridad física del trabajador, ya que al no haber un ente regulador, el empresario dispone del mismo a su criterio. Esto en la mayoría de los casos representa un riesgo si el empresario no tiene la mentalidad o el presupuesto para salvaguardar la integridad del subalterno,

olvidando por completo el principio que dicta que el recurso humano es el más valioso de una organización. Esta es una variable recurrente en dos de las empresas que prestan el servicio, ya que no existe equipo de seguridad alguno en sus actividades diarias. Característica que hay que tomar en cuenta y que no puede pasar inadvertida en el análisis, recordando que el operario realiza esfuerzos por la manipulación de desechos pesados, que muchas veces se lleva a cabo a través de áreas no asfaltadas, las que con la lluvia y otros fenómenos naturales, complican más su desempeño.

En cuanto al factor de higiene, tampoco se cuenta con lineamientos para la manipulación de desechos sólidos hospitalarios y residuos punzocortantes. Además, no hay instrucciones si un empleado se enfermara por este contacto. Accidentes de este tipo se han hecho presentes en el diario actuar de los empleados, sin acciones que traten de reducirlos.

## **2. DISEÑO DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

### **2.1. Situación actual de la institución**

El análisis de la situación actual se centró en la observación de las rutas de recolección, las condiciones de trabajo en las que se desempeñan diariamente los empleados y la viabilidad de la eliminación de la concesión de este servicio a empresas privadas.

Para obtener información acerca del tema e inferir de manera apropiada en las recomendaciones adecuadas para el manejo del servicio, se contó con la estructuración y ejecución de una encuesta que proveyera una visión panorámica de la situación. A través del trabajo de campo se observó el desempeño de las tres empresas, considerando características de las rutas, la calidad del servicio, el equipamiento del personal y las condiciones de seguridad.

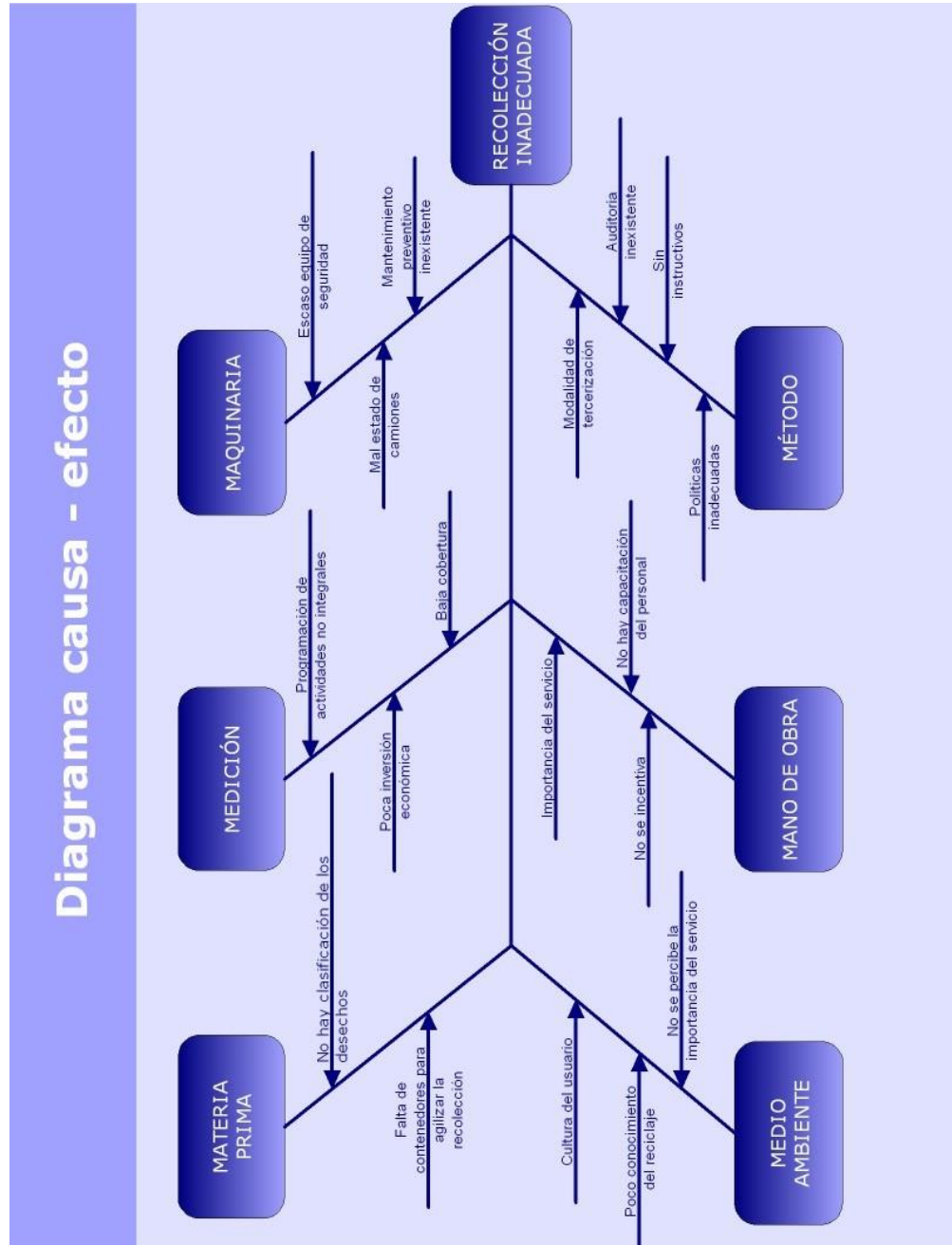
#### **2.1.1. Diagnóstico de la situación**

El análisis de causa y efecto visibiliza el problema medular mediante el Diagrama de Ishikawa, basado en la metodología de las 6 m derivado de la lluvia de ideas, presentando el problema central y sus diferentes causas.

### **2.1.1.1. Análisis causa y efecto**

Derivado del efecto indeseado de la recolección de desechos inadecuadamente, utilizando la lluvia de ideas para conformar las principales causas que lo generan. Tomando los factores de materia prima, medición, maquinaria, medio ambiente, mano de obra y método, denominados como 6M se concluye que la causa raíz yace en el proceso inadecuado para la recolección de los desechos sólidos domiciliarios.

Figura 3. Diagrama causa – efecto



Fuente: elaboración propia.



## **2.1.2. Definición de la metodología de análisis**

En este inciso se especifica bajo qué parámetros y fundamentos se realizaron los cálculos y análisis de los conceptos anteriormente mencionados en este capítulo.

### **2.1.2.1. Formulación de la encuesta**

La formulación de la encuesta fue creada con base el diagrama de etapas correspondiente al Plan de Recolección de Datos, presentado en el libro *Metodología de la Investigación*, el cual indica cómo se debe “plantear el instrumento de medición por medio de fases”.<sup>4</sup>

- Redefiniciones fundamentales

En esta etapa se deberán reevaluar las variables de la investigación, el lugar específico donde se recabarán los datos, el propósito de tal recolección, quiénes y cuándo van a ser encuestados, las definiciones operacionales y el tipo de datos que se quiere obtener.

---

<sup>4</sup> HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*, p. 198.

- Revisión enfocada de la literatura

Este paso debe servir para encontrar mediante la revisión bibliográfica, los instrumentos o sistemas de medición utilizados en estudios anteriores respecto a variables de interés, lo que ayudará a identificar qué herramientas pueden ser de utilidad.

- Identificación del dominio de las variables a medir y sus indicadores

Se trata de identificar y señalar con precisión los componentes y las dimensiones o factores que teóricamente integran la variable.

- Toma de decisiones clave

En esta parte se deberán tomar tres decisiones importantes relacionadas con el instrumento o sistema de medición:

- Utilizar un instrumento de medición ya elaborado, adaptarlo o desarrollar uno nuevo.
- Si se va a utilizar de uno nuevo, decidir de qué tipo y cuál será su formato.
- Determinar el contexto de administración o aplicación.

- Construcción del instrumento

La etapa implica la generación de todos los ítems o reactivos y/o categorías del instrumento, así como determinar los niveles de medición y la codificación de los ítems o reactivos, o categorías de observación.

- Prueba piloto

Esta fase consistió en administrar el instrumento a una pequeña muestra para probar su pertinencia y eficacia, así como las condiciones de la aplicación y los procedimientos involucrados. A partir de esta prueba se calculan la confiabilidad y la validez del instrumento.

- Elaboración de la versión final del instrumento o sistema y su procedimiento de aplicación

Implica la revisión del instrumento o sistema de medición y la forma de administrarse para implementar los cambios necesarios y posteriormente construir la versión definitiva, incluyendo un diseño atractivo.

- Entrenamiento del personal que va a administrar el instrumento y calificarlo

Esta etapa consiste en capacitar y motivar a las personas que habrán de aplicar y codificar respuestas o valores producidos por el instrumento de medición.

- Obtener autorizaciones para aplicar el instrumento

En este aspecto es fundamental conseguir los permisos necesarios para aplicar el instrumento de medición.

- Administración del instrumento

En la aplicación del instrumento de medición a los participantes o casos de investigación, es la oportunidad de confrontar el trabajo conceptual y de planeación con los hechos

- Preparación de los datos para el análisis
  - Codificar
  - Limpiar
  - Insertar en una base de datos

#### **2.1.2.2. Procedimiento para la determinación del tamaño muestral**

El texto *Técnicas de Muestreo*, de William G. Cochran, plantea de qué forma se debe construir un tamaño de muestra que sea representativa y funcional para la medición a realizar. Los pasos para la determinación del tamaño muestral se presentan a continuación.

Para el cálculo se ha convenido en algún margen de error  $d$  de la proporción estimada  $p$  de las unidades, existe un pequeño riesgo  $\alpha$ , que el error real supere a  $\alpha$ ; es decir que:

$$Pr(|p - P| \geq d) = \alpha$$

Donde:

$Pr$  = porcentaje

$p$  = estimación muestral de  $P$   
 $P$  = proporción de la población  
 $d$  = error de estimación  
 $\alpha$  = nivel de confianza

Se supone un muestreo aleatorio simple y  $p$  se toma con distribución normal.

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Donde:

$\sigma_p$  = desviación  
 $N$  = tamaño de la población  
 $n$  = tamaño de la muestra  
 $q$  = probabilidad de que no ocurra el evento

Por lo tanto, la fórmula que relaciona  $n$  con el grado de precisión deseado es:

$$d = t \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

Donde:

$t$  = abscisa de la curva normal que corta un área de  $\alpha$  en las colas de la distribución

Al resolver para  $n$ :

$$n = \frac{\frac{t^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left( \frac{t^2 pq}{d^2} - 1 \right)}$$

Para fines prácticos, se sustituye una estimación anticipada  $p$  de  $P$  en esta fórmula. Si  $N$  es grande, una primera aproximación es

$$n_0 = \frac{t^2 pq}{d^2} = \frac{pq}{V}$$

Donde:

$n_0$  = tamaño muestral estimado

$V = \frac{pq}{n_0}$  = varianza deseada de la proporción de muestra

En la práctica, primero se calcula  $n_0$ . Si  $n_0/N$  no es despreciable,  $n$  se obtiene como

$$n = \frac{n_0}{1 + (n_0/N)}$$

La fórmula anterior se expande en lo siguiente

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{n_0}{\frac{N + n_0}{N}} = n_0 \times \frac{N}{N + n_0} = \frac{Nn_0}{N + n_0}$$

Donde:

$$n_o = pq \left( \frac{Z_{\frac{1-\alpha}{2}}}{e} \right)^2 = pq \left( \frac{\left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{e^2} \right) = \frac{pq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{e^2}$$

Sustituyendo:

$$n = \frac{N \left( \frac{pq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{e^2} \right)}{N + \left( \frac{pq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{e^2} \right)} = \frac{\frac{Npq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{e^2}}{\frac{Ne^2 + pq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{e^2}} = \frac{Npq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{Ne^2 + pq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}$$

Entonces:

$n$ : tamaño muestral

$N$ : tamaño de la población

$Z_{\frac{1-\alpha}{2}}$ : valor correspondiente a la distribución de Gauss

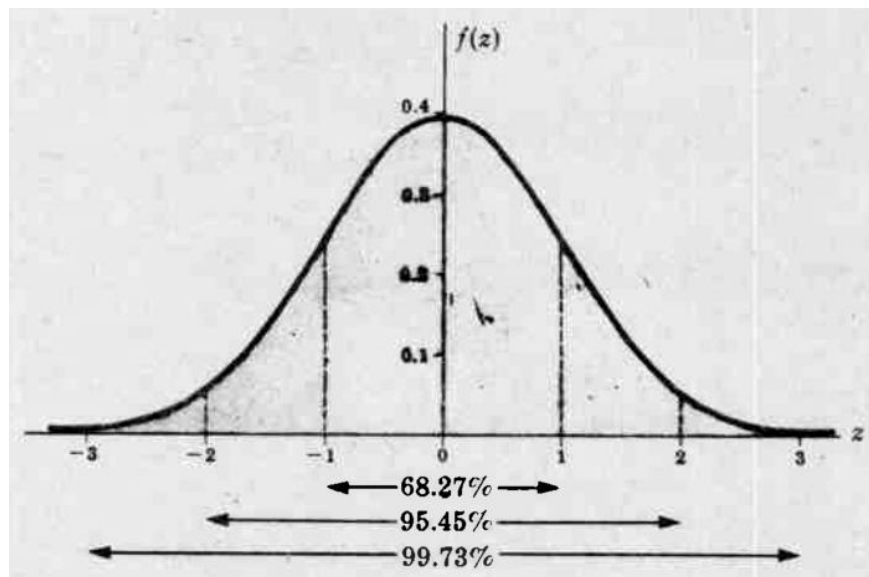
$p$ : prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse  $p = 0,5$ , lo que hace mayor el tamaño muestral

$q$ :  $1-p$ , complemento de la probabilidad de que suceda el fenómeno

$e$ : error que se prevé cometer

El fenómeno se comporta gráficamente como una distribución normal, como se observa en la figura 4.

Figura 4. **Gráfica de la distribución normal**



Fuente. COCHRAN, William G., *Técnicas de muestreo*.

Con lo cual se busca en la tabla del área bajo la curva de la normal, presentado en el anexo B, el valor correspondiente a  $Z_{\frac{1-\alpha}{2}}$  sabiendo que  $\frac{1-\alpha}{2}$  es igual a 0.015

Donde:

$\alpha = 97\%$  de nivel de confianza

$\frac{1-\alpha}{2} = 0.015$  para encontrar el área bajo la curva  $Z_{\alpha}$

$Z_{\frac{1-\alpha}{2}} = 2.17$

$e = 0,05$  o 5 % error máximo de estimación

$p = 0,5$  o 50 % de probabilidad de que suceda el fenómeno



$q = (1 - p) = 0,5$  o 50 % de probabilidad de que no suceda el fenómeno  
 $N = 14\ 668$  tamaño de la población finita

En caso no se tenga un estimado previo de la proporción  $p$  de que ocurra el fenómeno, se indica que debe utilizarse como 0; sin embargo, esto obedece a que se establece un límite superior para  $n$  al notar que  $pq = p(1 - p)$ , que debe ser como máximo igual a  $1/4$ , puesto que  $p$  debe estar entre 0 y 1. Este hecho se puede verificar al completar cuadrados. De aquí

$$p(1 - p) = -(p^2 - p) = \frac{1}{4} - \left(p^2 - p + \frac{1}{4}\right) = \frac{1}{4} - \left(p - \frac{1}{2}\right)^2$$

Sustituyéndolo en la fórmula final, se observa que al utilizar 0,5 se obtiene el tamaño de muestra mayor posible.

La determinación de utilizar un 97 por ciento de nivel de confianza se debe a que según la teoría, el 95 por ciento de los datos se encuentra a no más de  $2\sigma$ , por lo que se reduciría de buena manera la probabilidad de caer en el denominado error tipo I.

### **2.1.2.3. Análisis para el reordenamiento de rutas de recolección**

Las metodologías utilizadas para el análisis de las rutas de recolección son la del GPS, para plotear las rutas actuales de servicio, y la del cálculo aproximado para la cantidad de camiones recolectores de basura necesarios. Como base de la metodología del funcionamiento del GPS se utilizó la descripción del libro GPS, Posicionamiento Satelital, de la Universidad Nacional

de Rosario, Argentina. Para el cálculo de camiones se utilizó el documento Recolección de residuos sólidos, de la OPS/OMS.

La herramienta empleada para plotear los puntos en el mapa ortogonal del casco urbano, está basada en la utilización de la tecnología del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), el cual usa un método matemático llamado trilateración para determinar la posición relativa por medio de la geometría de triángulos, de forma similar a la triangulación. Sin embargo, la trilateración usa las localizaciones conocidas de dos o más puntos de referencia, complementándolas con la distancia medida entre el sujeto y cada punto de referencia, lo que muestra la posición geográfica o UTM (Universal Transverse Mercator) del lugar donde se encuentra el observador.

La descripción lógica del método se divide en cuatro pasos para determinar aproximadamente el punto donde se encuentra. Como primer paso, el GPS envía una señal de radio al primer satélite, lo que genera una esfera en las coordenadas  $S_1 (x_1, y_1, z_1)$  con radio  $d_1$ , seguidamente hace lo propio con el segundo satélite, que le genera otra esfera  $S_2 (x_2, y_2, z_2)$  con radio  $d_2$ . El tercer paso es enviar otra señal a otro satélite para generar la esfera con coordenadas  $S_3 (x_3, y_3, z_3)$  con radio  $d_3$ , lo que conduce a mandar la señal al cuarto satélite el cual dará la esfera  $S_4 (x_4, y_4, z_4)$  con radio  $d_4$ . Teniendo las cuatro circunferencias, el aparato procede a procesar la intersección de las cuatro esferas donde se hallará el punto  $P_0$  de coordenadas  $(x_0, y_0, z_0)$  encontrando así el punto buscado.

Figura 5. **GPS utilizado para el registro de rutas**



Fuente: [http://dmtienda.com/files/2011/04/21/img1\\_garmin-etrex-h\\_0.jpg](http://dmtienda.com/files/2011/04/21/img1_garmin-etrex-h_0.jpg). Consulta: agosto de 2013.

Para el cálculo de camiones necesarios en la recolección de los desechos sólidos, se recomienda emplear la siguiente ecuación, que toma en cuenta factores como: la población, producción per cápita de basura, capacidad del vehículo, entre otros.

$$\text{Número de vehículos} = \frac{7 \times POB \times PPC \times COB}{0,9 \times V \times D \times N \times J}$$

Actualmente se cuenta con 4 camiones destinados para la recolección, lo cual debe de ser incrementado para poder expandir la cobertura del servicio.

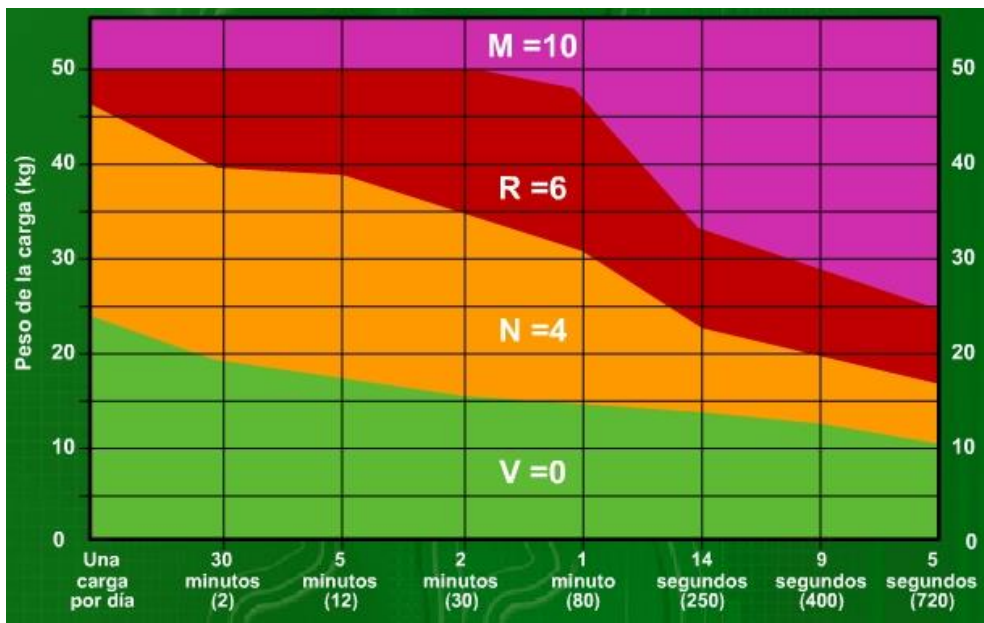
#### **2.1.2.4. Estudio de manipulación de cargas**

El análisis de la situación de riesgo a la que están sometidos los empleados en la recolección de los desechos sólidos domiciliarios, se basó en la metodología MAC (Manual Assessment Charts), desarrollada por HSE (Health and Safety Executive - UK), la cual tiene como objetivo la identificación y evaluación de factores de riesgo asociados con el manejo manual de cargas.

La metodología indica que, como primer paso, se debe observar la tarea, asegurándose que lo observado es representativo del procedimiento normal de trabajo. A continuación se analizan los factores que intervienen en la tarea.

- Tarea de levantamiento y descenso
  - Peso manejado/frecuencia: utilizando el gráfico, determinar el nivel de riesgo en relación con la frecuencia que se carga y la cantidad de peso.

Figura 6. **Gráfica peso de la carga/frecuencia para operaciones de levantamiento**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*

- Distancia entre las manos y la espalda (región lumbar): examina la distancia horizontal entre las manos del trabajador y su región lumbar. Se debe siempre evaluar la peor condición de trabajo.

Figura 7. **Distancia entre la mano y la zona lumbar**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*

- Región vertical de levantamiento: observando la posición de las manos del trabajador al inicio y al final de la tarea.

Figura 8. **Recorrido vertical en la operación de levantamiento**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual*.

- Torsión y lateralización de tronco: observando la espalda del empleado durante la tarea. Si existe torsión de tronco en relación a los pies y muslos, o el trabajador lateraliza el tronco mientras maneja la carga, el nivel de riesgo es naranja y su valor numérico es 1. Si existe torsión de tronco y además, el trabajador lo lateraliza, el nivel de riesgo es rojo y su valor numérico es 2.

Figura 9. **Torsión del tronco e inclinación lateral**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*

- Restricciones posturales: si los movimientos no están restringidos, el nivel de riesgo es verde y su valor numérico es 0. Si el trabajador adopta posturas incómodas ocasionadas por el poco espacio disponible o problemas en el diseño del puesto de trabajo, el nivel de riesgo es naranja y su valor numérico es 1. Si la postura es muy restringida, el nivel de riesgo es rojo y su valor numérico es 3.

Figura 10. **Limitaciones de la postura**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*



- Acoplamiento mano-objeto: este paso evalúa las propiedades geométricas del objeto que será cargado, en cuanto a su interacción con las manos del trabajador se refiere.

Figura 11. **Agarre de la carga**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*

- Superficie de trabajo: esta sección evalúa las propiedades de la superficie donde el empleado se desplaza.

Figura 12. **Superficie del suelo**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*

- Otros factores ambientales complementarios: se evalúa si la tarea tiene lugar bajo condiciones de temperaturas extremas, en corrientes de aire y/o condiciones inadecuadas de iluminación. Si uno de los factores descritos está presente se deberá calificar el riesgo con valor de 1. Si dos o más factores de riesgo están presentes, se calificará con valor de 2.

Figura 13. **Otros factores ambientales**



Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*

Al analizar cada uno de los factores se realiza la sumatoria total y se compara con la tabla VII, la cual indica bajo qué situación se encuentra la acción.

Tabla VII. **Niveles de acción según puntaje acumulado**

CATEGORÍA DE ACCIÓN	SIGNIFICADO	PUNTAJE TOTAL
1	No se requieren acciones correctivas	0 a 4
2	Se requieren acciones correctivas a corto plazo	5 a 12
3	Se requieren acciones correctivas pronto	13 a 20
4	Se requieren acciones correctivas inmediatamente	21 a 32

Fuente: Health and Safety Executive - UK, *Tablas de evaluación de riesgos de la manipulación manual.*

### **2.1.3. Estudio estadístico**

Para obtener una mejor panorámica de la situación, se dispuso efectuar una encuesta como técnica de investigación de campo, esperando lograr una mayor recolección de información. Este instrumento como herramienta de investigación, permitió observar al consumidor final, aportando datos relacionados con el sentir y pensar del colectivo social.

#### **2.1.3.1. Formulación de la encuesta**

El proceso inició con la formulación del instrumento, estructurándolo como herramienta básica para el trabajo, además se delimitó la población determinando el tamaño de la muestra a encuestar. Estos aspectos contribuyeron a establecer los parámetros de acción, previamente a recolectar los datos.

El procedimiento general para construir el instrumento de medición se basó en el diagrama de fases, que indica a través de qué método se recolectarán los datos, de acuerdo al texto *Metodología de la Investigación*, de la editorial McGraw-Hill. Este diagrama se encuentra dividido en etapas detalladas a continuación.

- Redefiniciones fundamentales

El lugar para recabar los datos fue el casco urbano de la ciudad, abarcando las 12 zonas. El propósito fundamental estuvo relacionado con la obtención de mayor información sobre el servicio. La muestra abarcó todos los sectores que hacen uso del servicio de recolección de desechos, sin importar la

zona o empresa que lo brinda. Posteriormente a la obtención de la misma se tabularon los resultados para proceder al análisis respectivo.

- Revisión enfocada de la literatura

Por medio de la revisión de la literatura existente, se decidió no añadir al instrumento de medición interrogantes sobre la tarifa, tampoco si la persona encuestada utilizaba el servicio, pues esa información ya existe.

- Identificación del dominio de las variables a medir y sus indicadores

Los componentes básicos de la herramienta son la calidad del servicio, la empresa recolectora, el horario y días de recolección, así como la percepción del consumidor sobre la tarifa.

- Toma de decisiones clave

El instrumento de medición se estructuró tipo cuestionario, con tamaño de letra 12, estilo arial, fuente de color negro y con encabezado de la Municipalidad de Cobán. El contexto de aplicación se realizó cara a cara, en el hogar del consumidor final.

- Construcción del instrumento

Esta etapa, que implica la generación del instrumento se encuentra detallada en el subíndice relacionado con la estructuración de la encuesta.

- Prueba piloto

El instrumento se probó con los empleados de la Municipalidad, para verificar la confiabilidad y la claridad de las preguntas con las que fue elaborada.

- Elaboración de la versión final del instrumento o sistema y su procedimiento de aplicación

Basados en el paso anterior se rediseñó la estructura de la encuesta, haciendo más directas y claras las preguntas para eliminar ambigüedades. También se agregó un apartado para comentarios que permitiría al usuario, expresar dudas u opiniones al respecto del servicio.

- Entrenamiento del personal que administraría el instrumento y calificarlo

El entrenamiento no fue necesario, ya que el personal que elaboró la encuesta fue el encargado de ejecutarla en el campo.

- Autorización para aplicar el instrumento

Se solicitó el permiso correspondiente a la institución para ejecutar la recolección de información, obteniéndose la respectiva autorización. El Concejo Municipal otorgó documentos de identificación (carnet) a los encuestadores, lo que apoyó para que el usuario estuviera anuente a participar.

- Administración del instrumento

Esta etapa se encuentra detallada en el subíndice de ejecución de la encuesta.

- Preparación de los datos para el análisis

La preparación de los datos consistió en codificar cada una de las preguntas y respuestas, para tabularlas de forma sencilla y eficaz en la plataforma de microsoft excel. El software evitó que los instrumentos fueran procesados manualmente, lo que se tradujo en ahorro de tiempo y mayor precisión.

- Análisis

Esta fase se encuentra detallada en el subíndice análisis del muestreo estadístico.

#### **2.1.3.1.1. Estructuración de la encuesta**

En coordinación con la Dirección de Servicio a la Comunidad se establecieron las características esenciales de la encuesta. Consistiendo en desarrollar, como primer paso, un índice tentativo de la situación, global o general, y afinarlo hasta hacerlo específico, para colocar la información de los subtemas. A esta operación puede denominársele vertebrar la perspectiva teórica. En el apéndice C se presenta el resultado final de la encuesta.

Figura 14. Estructura de la encuesta



Fuente: elaboración propia.



#### **2.1.3.1.2. Delimitación de la población**

La población es el conjunto de casos que concuerda con una serie de especificaciones; teniendo en cuenta lo anterior, se determina que la unidad de análisis para este caso son unidades domiciliarias que reciben el servicio de recolección de desechos sólidos domiciliarios, en el casco urbano de Cobán. Se pretende que los resultados se logren generalizar sobre las 12 zonas del casco urbano, esperando que la muestra seleccionada, sea estadísticamente representativa.

#### **2.1.3.1.3. Determinación del tamaño muestral**

La muestra es un subconjunto de elementos que pertenece a un conjunto definido en sus características llamada población. En este caso se maneja como muestra probabilística, puesto que los elementos del subgrupo de la población tienen la misma posibilidad de ser elegidos.

Para el cálculo correspondiente, se utilizó un muestreo aleatorio simple sin reemplazo con población finita. El tamaño de la población se basó en la cantidad de hogares que cuentan con servicio de agua potable proporcionado por la Municipalidad. El nivel de confianza aplicado fue mayor a dos veces la desviación estándar; con el 97 por ciento de confianza se acepta un 3 por ciento de probabilidad de error al rechazar la hipótesis nula, tratando de minimizar el denominado error tipo I.

“La siguiente fórmula indica qué parámetros son necesarios para el cálculo de la muestra”<sup>5</sup>:

$$n = \frac{Npq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{Ne^2 + pq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}$$

Donde:

$$Z_{\frac{1-\alpha}{2}} = 2,17$$

$e = 0,05$  o 5 % error máximo de estimación

$p = 0,5$  o 50 % de probabilidad que suceda el fenómeno

$q = (1 - p) = 0,5$  o 50 % de probabilidad que no suceda el fenómeno

$N = 14\ 668$  tamaño de la población finita

$$n = \frac{Npq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2}{Ne^2 + pq \left( Z_{\frac{1-\alpha}{2}} \right)^2} = \frac{(14,668)(0,5)(0,5)(2,17)^2}{(14,668)(0,05)^2 + (0,5)(0,5)(2,17)^2}$$

Por lo que el tamaño de la muestra es:

$n \cong 456$  encuestas

La tabla VIII presenta los servicios de agua potable en el casco urbano por zona.

---

<sup>5</sup> Manual de Procedimientos Técnicos del Encuestador. [Guatemala]: Instituto Nacional de Estadística, 2012. 178 p.

Tabla VIII. **Porcentaje de servicios de agua potable por zona, en el casco urbano de Cobán**

ZONA	SERVICIOS	PORCENTAJE
1	1 739	11,86
2	1 935	13,19
3	1 113	7,59
4	1 194	8,14
5	793	5,41
6	834	5,69
7	603	4,11
8	1 194	8,14
9	343	2,34
10	1 431	9,76
11	897	6,12
12	2 592	17,67
Total	14 668	100,00

Fuente: elaboración propia.

De esta forma se dividieron las encuestas conforme a la representatividad por zona de los servicios de agua potable, utilizando regla de tres para saber cuántas encuestas serán utilizadas en cada una de las zonas.

Tabla IX. **Encuestas por zona**

ZONA	PORCENTAJE	ENCUESTAS
1	11,86	54
2	13,19	60
3	7,59	35
4	8,14	37
5	5,41	25
6	5,69	26
7	4,11	19
8	8,14	37
9	2,34	11
10	9,76	44

<b>11</b>	6,12	28
<b>12</b>	17,67	80
<b>TOTAL</b>	100,00	456

Fuente: elaboración propia.

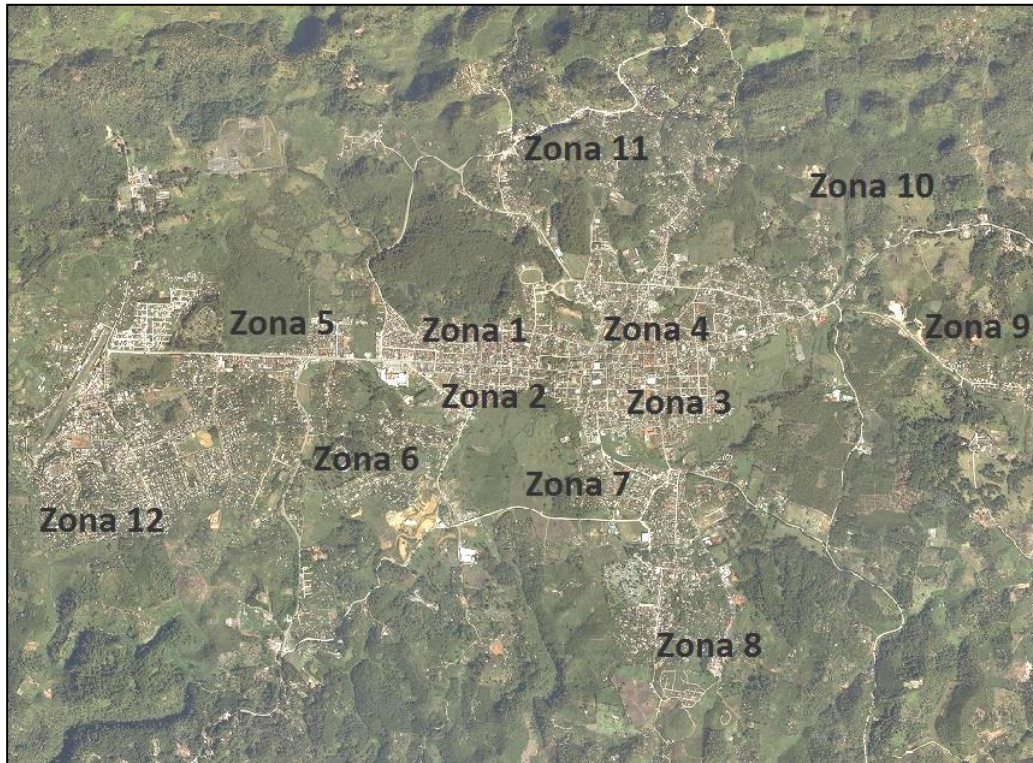
### **2.1.3.2. Ejecución de la encuesta**

La encuesta se realizó de puerta en puerta en el transcurso de un mes aproximadamente, cubriendo las doce zonas urbanas de Cobán.

#### **2.1.3.2.1. Muestreo efectuado en el casco urbano**

La ejecución de la encuesta se realizó en las doce zonas del casco urbano, como se mencionó anteriormente, iniciando en las que se encuentran más lejos del centro de la ciudad, las cuales presentan mayor dificultad de acceso.

Figura 15. **Casco urbano de Cobán, Alta Verapaz**



Fuente: elaboración propia.

Entre las reacciones de los encuestados se observó que hay disgusto por la forma de administrar el servicio de recolección, muchos vecinos se quejan de que los perros callejeros rompen las bolsas de basura y que esto podría ser evitado con un servicio de recolección puntual.

#### **2.1.4. Estudio de rutas de recolección**

Se realizó el trabajo de campo con las tres empresas de recolección de desechos domiciliarios, para recabar la mayor información del manejo del servicio que se le presta a la población.

##### **2.1.4.1. Observación de rutas utilizadas actualmente**

La observación del *modus operandi* de las empresas privadas que prestan el servicio de recolección abarcó ocho días, en los cuales se acompañó al camión correspondiente, en la ruta completa que se realiza dependiendo del día de la semana. La característica que presentan las empresas, en cuanto a repetición de ruta en la semana, se centra en que la ruta que se realiza el día lunes lo hace nuevamente el jueves, la del martes el viernes, y la del miércoles el sábado. Esto hace suponer que se cuenta con nueve rutas de recolección diferentes, sin embargo, una empresa indica que no trabaja los días martes y viernes, por lo que únicamente existen ocho rutas de recolección.

El trabajo de campo realizado, también sirvió para tomar los recorridos de las rutas por medio de GPS levantando puntos por medio de triangulación mediante satélite, como se describe en el inciso de análisis de reordenamiento de rutas de recolección, con lo que se espera sustentar visualmente el recorrido.

La finca municipal Sachamach, en el casco urbano de Cobán, es donde se dispone la basura actualmente, bajo el método de un botadero a cielo abierto.

Figura 16. **Vista panorámica del vertedero**



Fuente: finca municipal Sachamach, casco urbano, Cobán, Alta Verapaz.

### **2.1.5. Estudio de las condiciones de trabajo**

Durante el tiempo en que se realizó el trabajo de campo con las empresas prestando el servicio, también se observaron las condiciones en las que se desempeñan diariamente los empleados.

### 2.1.5.1. Observación del manejo de desechos

Entre las características notorias, en cuanto a seguridad del empleado se refiere, es que solo una empresa denota cierto compromiso en este aspecto, teniendo una vestimenta regulada que cuenta con: botas, chaleco y pantalón; aunque parece lo básico, se podría fortalecer con el uso de guantes adecuados. Las otras dos empresas no utilizan vestimenta especial ni equipo de seguridad que ayude a minimizar los riesgos del diario desempeño de las actividades. Hay que enfatizar que se debe regular y subrayar el tema de la salud ocupacional del empleado, para llegar a implementar prácticas que lo beneficien tanto a él como al dueño de la empresa, recordando siempre que el humano es el más importante de los recursos en una organización.

Figura 17. **Empleados sin equipo de protección**



Fuente: Cobán, Alta Verapaz.



Por medio de la metodología MAC (Manual Handling Assessment Charts), desarrollada por HSE (Health and Safety Executive) y las tablas de Liberty Mutual, las cuales “son una herramienta diseñada para la identificación y evaluación de riesgo, asociado al manejo manual de cargas”<sup>6</sup>, se analizó el nivel de riesgo al que se exponen diariamente los empleados y si es necesaria la utilización de equipo de protección.

- Tarea de levantamiento y descenso
  - Peso manejado / frecuencia

Utilizando como peso de la carga de aproximadamente 20 kilos, a una frecuencia de un levantamiento por minuto, según la gráfica, está en nivel naranja ponderado con 4 puntos de riesgo. Ver figura 6.

- Distancia entre las manos y la espalda

La observación denota la distancia horizontal entre las manos del trabajador y la región lumbar, evaluando la peor condición presentada; demuestra que los brazos se encuentran alejados del cuerpo y el tronco inclinado, ya que las cargas son tomadas desde el suelo, esto es ponderado con 6 puntos de riesgo.

---

<sup>6</sup>HEALTH & SAFETY LABORATORY. *Manual handling assessment charts*, p. 1.

- Región vertical de levantamiento o descenso

Las manos del trabajador al inicio y al final de la tarea, indica que la carga se maneja sobre el nivel hombro o más arriba al momento de colocar las cargas en el camión de recolección. Esta acción es ponderada por el método MAC con 3 puntos de riesgo.

- Torsión y lateralización de tronco

El empleado no está obligado por el entorno a tener que crear torsión de tronco en relación a los pies ni lateralización del tronco mientras se maneja la carga, sin ponderación de riesgo.

- Restricciones posturales

Los movimientos del trabajador no están restringidos, por lo que el nivel de riesgo es verde y su ponderación es 0.

- Acoplamiento mano-objeto

Las propiedades geométricas y el diseño de las cargas, en cuanto a la interacción con las manos del trabajador es razonable, ya que son bolsas que pueden proporcionar cierta maleabilidad para el acoplamiento. Esto es ponderado como amarillo con 1 punto de riesgo.

- Superficie de trabajo

Las condiciones de la superficie de trabajo para la recolección de desechos es deficiente, ya que muchas de las calles no están asfaltadas y en invierno es difícil transitar con cargas en el lodo. Se pondera como rojo con 2 de riesgo.

- Otros factores ambientales complementarios

Factores como: temperaturas extremas, corrientes de aire o iluminación extrema, no se presentan como riesgo para el empleado, por lo que se considera de color verde con ponderación de 0 puntos de riesgo.

Tabla X. **Resultado del nivel de riesgo expuesto por factor**

<b>FACTOR</b>	<b>NIVEL</b>	<b>COLOR</b>
<b>A</b> Peso de la carga y frecuencia	4	Naranja
<b>B</b> Distancia entre las manos y la espalda	6	Rojo
<b>C</b> Región vertical de levantamiento	3	Rojo
<b>D</b> Torsión y lateralización de tronco	0	Verde
<b>E</b> Restricciones posturales	0	Verde
<b>F</b> Acoplamiento mano-objeto	1	Naranja
<b>G</b> Superficie de trabajo	2	Rojo
<b>H</b> Factores ambientales	0	Verde
TOTAL	16	

Fuente: elaboración propia.

La indicación final del riesgo es de 16 puntos; esta evaluación indica que existe riesgo alto; por lo tanto, se requiere introducir mejoras inmediatas, ya que la situación podría conducir a lesiones corporales.

### **2.1.6. Estudio económico financiero**

En el estudio de los diferentes factores que componen la recolección de los desechos sólidos en el casco urbano de Cobán, surge la necesidad de analizar si la concesión del servicio es la mejor opción. Para concluir si es provechosa la intervención del sector privado se necesitan analizar componentes, como la recuperación de los costos, eficacia, la auditoría social, entre otros.

En cuanto al punto de vista legal de la gestión administrativa del servicio, el Código Municipal indica que la participación del sector privado se genera por medio de concesiones o contratos por servicio. Sin embargo, aparte de cumplir con los requisitos legales, como lo estipula la ley, también se debe tomar en cuenta que la municipalidad y el sector privado poseen diferentes perspectivas, ya que para el empresario el principal objetivo es generar utilidades y para Municipalidad es proveer un servicio de calidad.

#### **2.1.6.1. Recopilación de información**

El manejo de los residuos sólidos municipales es un servicio público esencial que debe beneficiar a todos los habitantes del casco urbano. Para que sea exitoso el involucramiento del sector privado en el servicio de recolección, la municipalidad debe regular a las empresas bajo la figura del otorgamiento de un permiso de operación. Los aspectos anteriormente mencionados no se cumplen actualmente, no existe una buena cobertura del servicio por parte de las empresas privadas y tampoco la municipalidad regula las actividades de recolección.

El consumidor paga por el servicio Q. 30,00 al mes, de los cuales la empresa traslada a la municipalidad Q. 1,50, según los contratos de concesión. En la tabla XI se ilustra la cantidad que paga por arbitrio mensualmente cada una de las empresas a la municipalidad, según la plataforma virtual de Sistemas de Servicios de Gobiernos Locales.

Tabla XI. **Pago por arbitrio de recolección de desechos sólidos**

<b>FECHA</b>	<b>CONTRIBUYENTE</b>	<b>SERVICIO</b>	<b>CONCEPTO COBRO</b>	<b>DE MONTO (Q)</b>
<b>18-jul</b>	Empresa Servinorte	Arbitrio	Mes de marzo 2013	457,50
<b>30-jul</b>	Empresa Marconi	Arbitrio	Mes de julio 2013	1 920,00
<b>09-ago</b>	Empresa Sol	Arbitrio	Mes de julio 2013	840,00

Fuente: Sistema de Servicios de Gobiernos Locales, Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz.

De la tabla XI, se deduce la cantidad de clientes que reporta cada una de las empresas, como se presenta en la tabla XII.

Tabla XII. **Usuarios por empresa**

<b>FECHA</b>	<b>CONTRIBUYENTE</b>	<b>USUARIOS</b>
<b>18-jul</b>	Empresa Servinorte	305
<b>30-jul</b>	Empresa Marconi	1 280
<b>09-ago</b>	Empresa Sol	560

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.6.2. Ingresos y costos actuales**

De acuerdo a las circunstancias de concesión, la Municipalidad presenta el ingreso total de Q. 3 217,50 mensuales en concepto de arbitrio, en cuanto al costo se refiere, la Municipalidad no incurre directamente en alguno.

### **2.1.6.3. Análisis para la eliminación de la tercerización**

La situación actual indica que por medio de concesión se pactó una tarifa de Q. 30,00 mensualmente. Según se estipula las empresas perciben una utilidad del 18 por ciento, y la municipalidad percibe el 5 por ciento. Mediante el dato de viviendas utilizadas en la encuesta se indica que de las, aproximadamente, 14 000 viviendas 6 870 podrían pagar y 7 130 no. Teniendo como objetivo alcanzar el 100 por ciento de cobertura, la Municipalidad bajo concesión de empresas privadas, debería subsidiar Q. 2 566 800,00 al año, descontando el 5 por ciento de arbitrio esto representa Q. 2 438 460,00. Sin embargo, si el servicio fuera completamente municipal, la tarifa de Q. 30,00 podría ser reducida a Q. 23,37 mensuales ya que se le descontaría el 5 por ciento de arbitrio y el 18 por ciento de utilidad.

## **2.2. Propuesta de mejora**

La propuesta para mejorar el servicio se centra, principalmente en los aspectos de la logística de recolección contemplando: el transporte, planificación, programación, clasificación y disposición final, reordenamiento de rutas, condiciones de trabajo y el análisis de la viabilidad de eliminar la concesión a empresas privadas. Los aspectos anteriormente mencionados y el

análisis de la encuesta que se ejecutó, se desarrollan con mayor detalle a lo largo de este inciso.

### **2.2.1. Análisis del muestreo estadístico**

En este inciso se presentan los datos de la encuesta ya realizada procesados con sus respectivas gráficas, también se hace un breve análisis de los hallazgos que se podrían tomar en cuenta para mejorar el servicio.

#### **2.2.1.1. Presentación de datos**

La tabulación de los datos se utilizó para desvelar la situación actual y el pensar de la comunidad, que abarca el servicio y la calidad del mismo. A continuación se presentan las gráficas de lo tabulado en las encuestas.

La primera pregunta que se realizó fue para determinar la proporción de domicilios atendidos por el servicio.

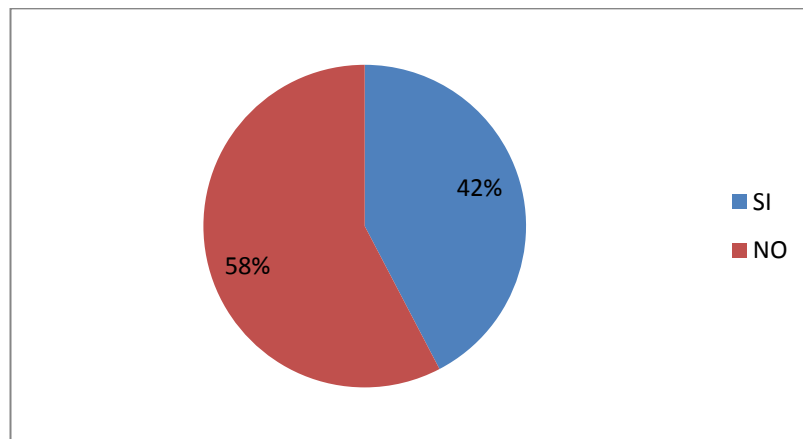
Tabla XIII. **Utilización del servicio de recolección de desechos**

<b>OPCIONES</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<b>SI</b>	193
<b>NO</b>	263
<b>TOTAL</b>	456

Fuente: elaboración propia.

Los datos indicaron que existen más domicilios no atendidos que los que actualmente sí utilizan el servicio.

Figura 18. **Utilización del servicio de recolección de desechos**



Fuente: elaboración propia.

La siguiente pregunta dará el porcentaje de participación que tiene cada una de las empresas que brindan el servicio.

Tabla XIV. **Empresa recolectora**

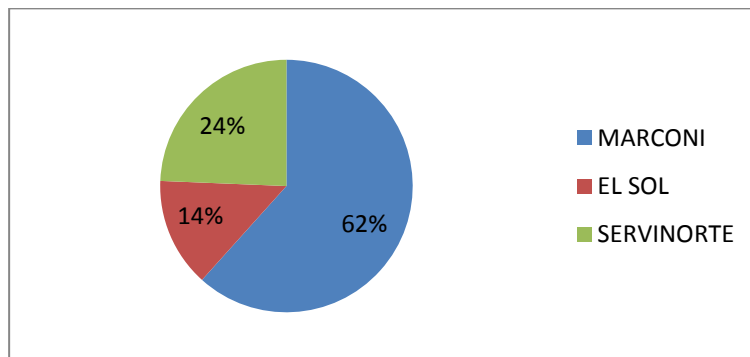
<b>OPCIONES</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<b>MARCONI</b>	119
<b>SOL</b>	27
<b>SERVINORTE</b>	47
<b>TOTAL</b>	193

Fuente: elaboración propia.



La empresa Marconi es la que presenta mayor participación, seguida de la empresa Servinorte y, por último la empresa Sol.

Figura 19. **Empresa recolectora**



Fuente: elaboración propia.

Se les preguntó a los usuarios a qué hora aproximadamente pasa el camión recogiendo la basura, para observar la variación de horarios en los cuales se brinda el servicio.

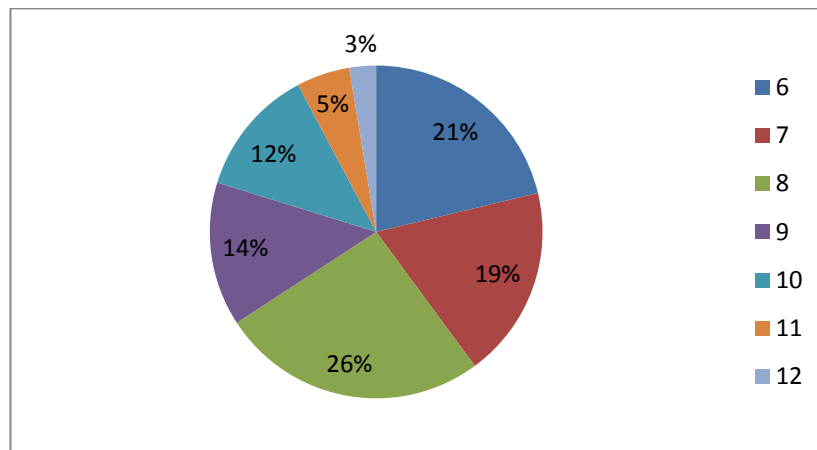
Tabla XV. **Hora de atención**

OPCIONES	FRECUENCIA
6:00	41
7:00	36
8:00	50
9:00	27
10:00	24
11:00	10
12:00	5
<b>TOTAL</b>	<b>193</b>

Fuente: elaboración propia.

Entre las 6 y las 8 de la mañana se atienden más de la mitad de usuarios que hacen uso del servicio de recolección de desechos.

Figura 20. **Hora de atención**



Fuente: elaboración propia.

La siguiente pregunta denota la cantidad de usuarios que son atendidos en cada uno de los días de la semana.

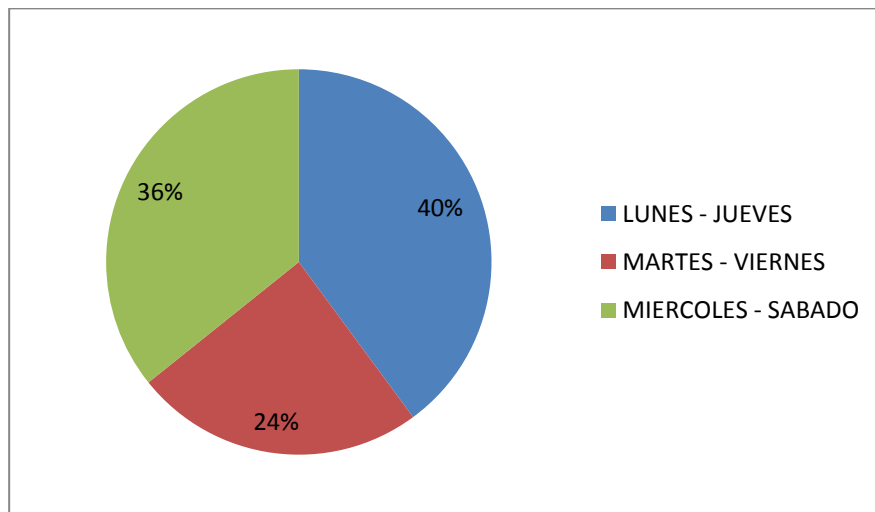
Tabla XVI. **Días de atención**

<b>OPCIONES</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<b>LUNES-JUEVES</b>	77
<b>MARTES-VIERNES</b>	47
<b>MIÉRCOLES-SÁBADO</b>	69
<b>TOTAL</b>	193

Fuente: elaboración propia.

Las rutas de los lunes – jueves es la que cubre la mayor cantidad de usuarios en la semana.

Figura 21. **Días de atención**



Fuente: elaboración propia.

Se les preguntó a los usuarios su percepción de la calidad del servicio entre las alternativas de buena, normal o mala.

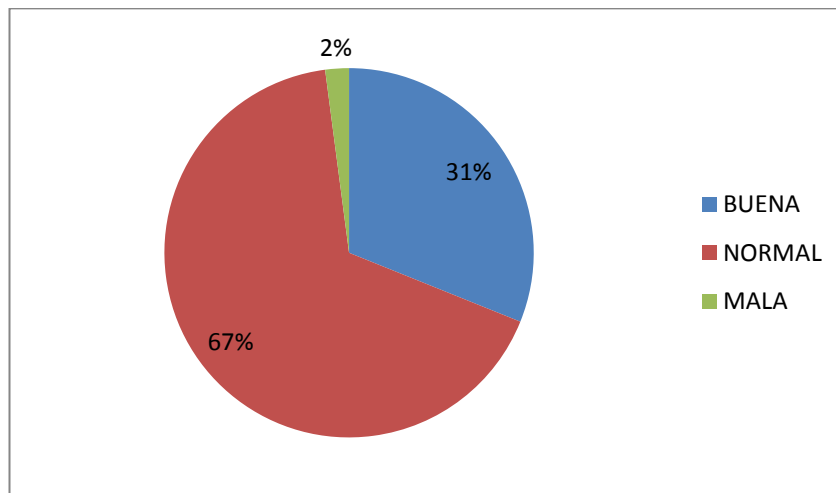
Tabla XVII. **Calidad del servicio**

OPCIONES	FRECUENCIA
BUENA	60
NORMAL	129
MALA	4
TOTAL	193

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de los usuarios creen que la calidad del servicio es normal, sin embargo, consideran que se podría mejorar.

Figura 22. **Calidad del servicio**



Fuente: elaboración propia.

También se les pidió a los usuarios que calificaran la tarifa del servicio entre las alternativas de alta, normal y baja.

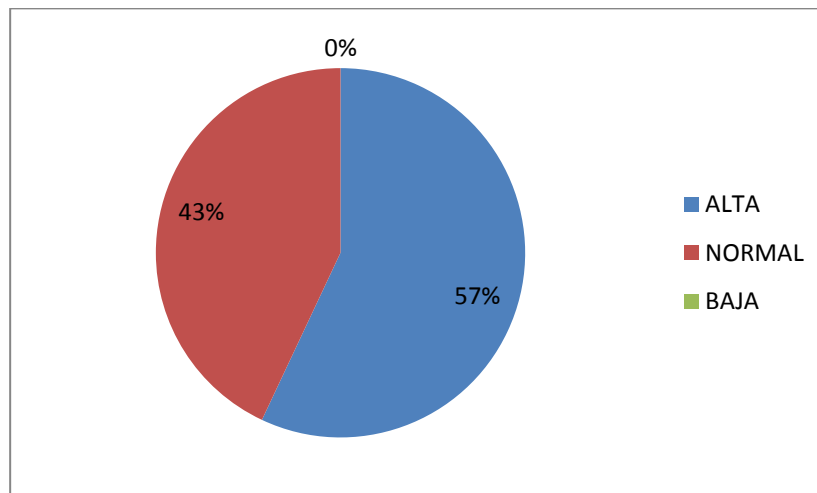
Tabla XVIII. **Percepción de la tarifa del servicio**

<b>OPCIONES</b>	<b>FRECUENCIA</b>
<b>ALTA</b>	110
<b>NORMAL</b>	83
<b>BAJA</b>	0
<b>TOTAL</b>	193

Fuente: elaboración propia.

Más de la mitad de los usuarios consideran que la tarifa del servicio es alta.

Figura 23. **Percepción de la tarifa del servicio**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1.2. Conclusiones de la encuesta**

El servicio de recolección lo realizan empresas privadas cobrando Q. 30,00 mensuales y pagando a la municipalidad Q. 1,50 por usuario al mes, reportando mensualmente un listado de usuarios a la tesorería municipal. La encuesta reveló que la cobertura del servicio domiciliario es baja, aproximadamente del 40 por ciento, teniendo a la empresa Marconi como la empresa con mayor cantidad de usuarios. Los horarios en los cuales se recoge la basura fluctúan desde las 6 de la mañana hasta las 12 horas del medio día, recolectando la basura de cada ruta dos días a la semana. En cuanto a la apreciación del consumidor final sobre el servicio se observa que en el

resultado de la encuesta la mayoría de los usuarios considera que se da un servicio de calidad normal pero con tarifa alta.

Entre los aspectos que se deben analizar por parte de la municipalidad para mejorar el funcionamiento del servicio según lo expuesto anteriormente, serían la cobertura actual, definición de las áreas de servicio de recolección, rediseñar la logística de recolección teniendo en cuenta los tiempos productivos e improductivos, inventariar a los clientes reales, valorar el equipo actual utilizado y definir el perfil del personal necesario para brindar una buena calidad de servicio.

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que el servicio de recolección de desechos sólidos de la Municipalidad de Cobán, en el casco urbano, es deficiente y demanda que los esfuerzos para su mejora sean mayores, sobre todo en cuanto a regulación y control.

## **2.2.2. Reordenamiento para la recolección**

Por medio del trabajo de campo realizado con cada una de las empresas recolectoras de desechos, se determinó que existe traslape en las rutas. Por lo anterior se ve la necesidad de reestructurar la forma en la cual se cubre el área de atención del servicio, en aras de maximizar la utilización de los recursos existentes.

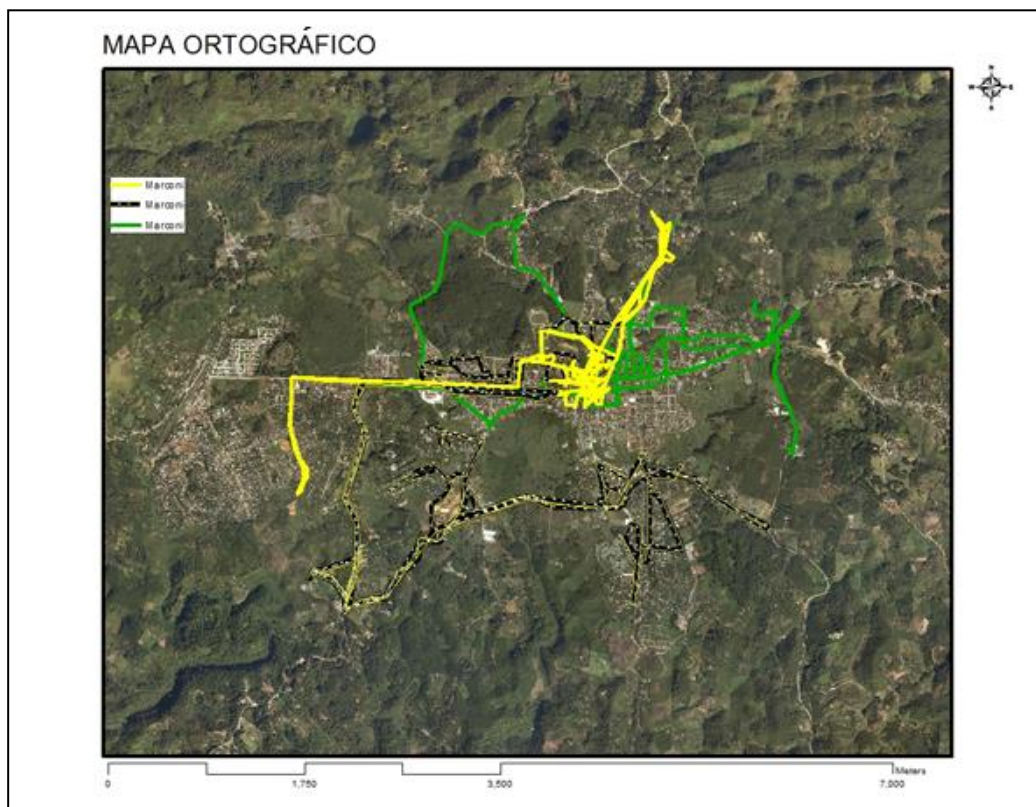
### **2.2.2.1. Propuesta de reordenamiento**

El método seleccionado para la reestructuración es la sectorización por zonas para cada empresa de recolección. La sectorización ayuda a delimitar funciones y competencias en áreas homogéneas de actividad, haciendo

precisas las responsabilidades y evitando duplicidad de funciones lo cual reducirá costos. Esto será de ayuda para la gestión municipal, ya que permitirá que las decisiones y acciones sean más rápidas y eficientes, puesto que la responsabilidad de cada sector recaerá en solo una empresa.

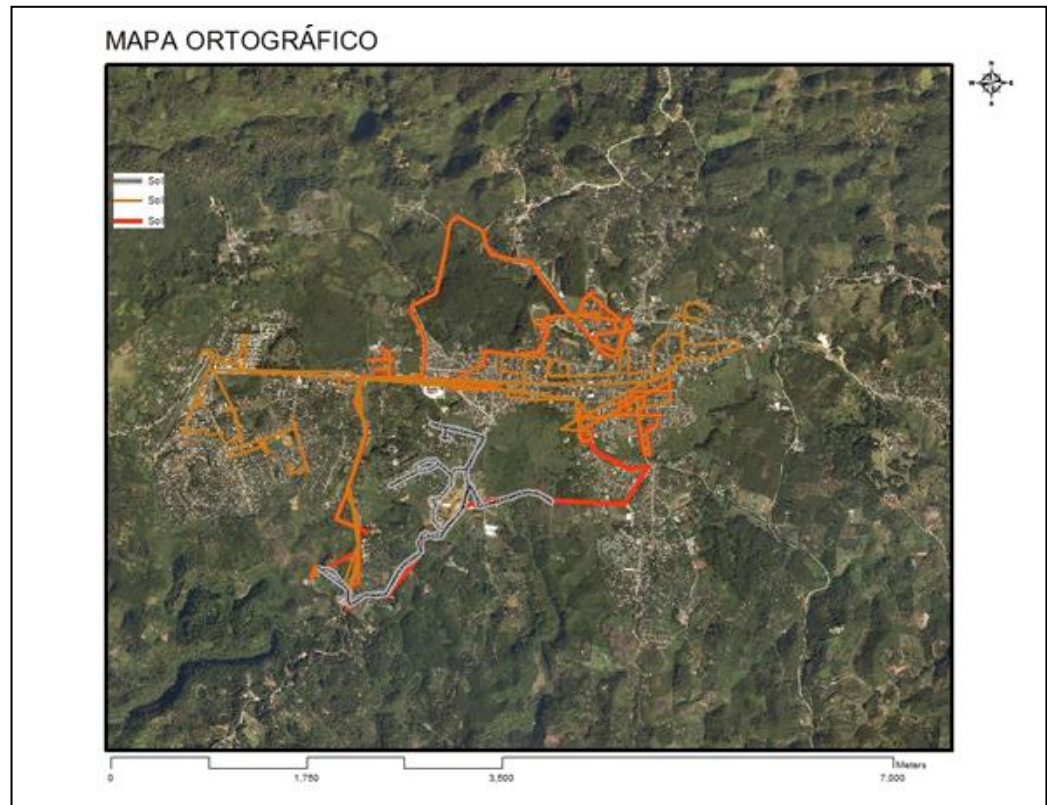
A continuación se presenta la ruta de recolección, generada por GPS en el mapa ortográfico del casco urbano que utiliza cada empresa para atender a sus usuarios, cada línea de color representa una ruta diferente.

Figura 24. **Rutas de recolección de la empresa Marconi**



Fuente: Gps Etrex garmin.

Figura 25. **Rutas de recolección de la empresa Sol**



Fuente: Gps Etrex garmin.



Figura 26. **Rutas de recolección de la empresa Servinorte**



Fuente: Gps Etrex garmin.

Se debe tomar en cuenta que la empresa Servinorte solo reportó trabajar dos rutas diferentes, la de lunes–jueves y la de miércoles–sábado, argumentando que los días martes y viernes no presta el servicio.

Como se puede observar, las tres empresas tienen un área de atención extensa, por lo que se propone la sectorización por zonas para que la atención sea más específica.

Basándose en el porcentaje de participación que tiene cada empresa, según la encuesta realizada, se genera la siguiente tabla.

**Tabla XIX. Porcentaje aproximado de participación por empresa de recolección de desechos, Cobán, Alta Verapaz**

<b>EMPRESAS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>MARCONI</b>	62
<b>SOL</b>	24
<b>SERVINORTE</b>	14
<b>TOTAL</b>	100

Fuente: elaboración propia.

Tomando esos datos se sectorizará tratando de no alterar los porcentajes de participación, según la población que habita en cada zona.

**Tabla XX. Porcentaje poblacional por zona, Cobán, Alta Verapaz**

<b>ZONA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>1</b>	11,86
<b>2</b>	13,19
<b>3</b>	7,59
<b>4</b>	8,14
<b>5</b>	5,41
<b>6</b>	5,69
<b>7</b>	4,11
<b>8</b>	8,14
<b>9</b>	2,34
<b>10</b>	9,76
<b>11</b>	6,12
<b>12</b>	17,67
<b>TOTAL</b>	100,00

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta la proporción de usuarios atendidos por empresa y los porcentajes de la cantidad de la población por zona, se delimitarán las zonas de atención para cada empresa. La sectorización quedaría de la siguiente forma:

- Marconi: cobertura en zonas 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8.
- Servinorte: cobertura en zonas 5 y 12.
- El Sol: cobertura en zonas 9, 10 y 11.

Se espera que la sectorización propuesta permita alcanzar los siguientes beneficios:

- Ahorro de tiempo
- Responsabilidad y compromiso por parte de la empresa en su sector
- Facilitación para revaluación del servicio
- Mejor determinación de recursos, equipo y usuarios
- Conocimiento específico de los individuos y familias

### **2.2.3. Logística para la recolección**

Para que la prestación del servicio mejore, se deben enfocar los esfuerzos a factores tales como: transporte, planificación, programación de rutas, clasificación de la basura y disposición final. Estos aspectos serán analizados a fondo en este inciso, proponiendo soluciones para mejorar.

### 2.2.3.1. Transporte

Este cálculo se basa en “la generación semanal de basura dividida entre la cantidad de veces que se recolecta, la densidad de la misma y la capacidad de los camiones a utilizar” <sup>7</sup>, como se presenta a continuación.

$$\text{Número de vehículos} = \frac{7 \times POB \times PPC \times COB}{0,9 \times V \times D \times N \times J}$$

Donde:

7 = número de días de la semana

POB = población total a cubrir

PPC = producción per cápita de basura en kg por habitante al día

COB = cobertura de población, expresada en fracción

0,9 = factor de capacidad

V = capacidad del vehículo en metros cúbicos

D = densidad de la basura en el vehículo en kilogramos, por metro cúbico

N = número de viajes por día

J = número de jornadas por semana

La cantidad de población está determinada por el cálculo aproximado de que el 30 por ciento de los habitantes de Cobán se encuentran en el casco urbano. Mediante la proyección de población total por municipio, generada por el INE, se indica que en todo el municipio de Cobán, hay 232 703 habitantes, lo que estima una población, del casco urbano, aproximadamente de 69 810 habitantes, en la fórmula se identifica como POB.

---

<sup>7</sup>SAKURAI, Kunitoshi. *Recolección de residuos sólidos*, OMS, p. 11.

La producción per cápita de basura en kilogramos por habitante al día, es aproximadamente de 0,55 lo que incluye el PPC, dato proporcionado por la Dirección de Recursos Naturales y Gestión Ambiental.

Se calcula la flotilla pensando que la Municipalidad trataría de abarcar la mayor cobertura posible, por lo que sería del 100 por ciento.

Se utiliza un factor de capacidad del 90 por ciento o su equivalente en fracción de 0,9, para dar cierta holgura en el cálculo.

La capacidad del vehículo en kilogramos por metro cúbico está basada en la oferta del mercado actual que generalmente se encuentra alrededor de los 18 metros cúbicos.

La densidad de la basura en el vehículo ya compactada, se estima cerca de 290 kilogramos por metro cúbico, según análisis de la Dirección de Recursos Naturales y Gestión Ambiental de la municipalidad.

Actualmente se efectúan dos viajes diarios para cumplir con la recolección de desechos.

El número de veces que se pasa recolectando la basura en la misma semana, es de dos días, por lo que se utiliza ese dato como el número de jornadas semanales.

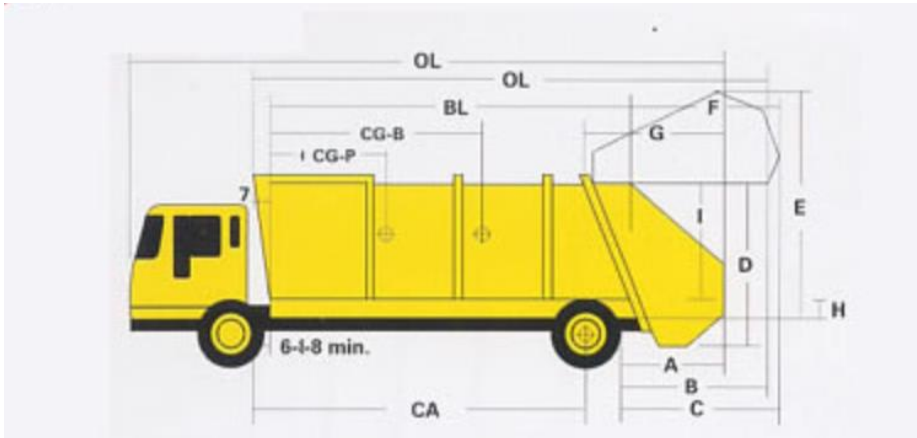
La fórmula da un estimado de la cantidad de camiones necesarios, como se demuestra a continuación.

$$\text{Número de vehículos} = \frac{7 \times 69\,810 \times 0,55 \times 1}{0,9 \times 18 \times 290 \times 2 \times 2} \cong 15$$

Tomando en cuenta que se necesitan camiones de buena calidad, se optaría por uno con caja compactadora y mecanismo de eyección de carga. Con este tipo de camión se puede obtener un volumen de compactación considerable, debido al alto contenido de desechos orgánicos que se generan en ciudades pequeñas, por lo que, aproximadamente se vería reducida la basura a la mitad de su volumen inicial. A continuación se presenta una opción para el camión en mención:

- Estribos antiderrapantes con pasamanos.
- Consumo de 8 galones por kilómetro.
- Motor de 350hp.
- Controles del compactador.
- Capacidad 19.1 metros cúbicos
- Longitud total 8.71 metros
- Capacidad eje frontal 7 500 kilogramos
- Capacidad eje trasero 13 000 kilogramos

Figura 27. **Camión compactador**



Fuente: [www.contactodecomercio.com.mx/cemsa/r100b](http://www.contactodecomercio.com.mx/cemsa/r100b). Consulta: 5 de mayo de 2013

La característica de compactación es beneficiosa, puesto que se ahorraría en tiempo de recolección requiriendo menos personal para el acomodo de los desechos; también hay que resaltar que un camión compactador limpio con operadores presentables y amables le da buena imagen a la gestión municipal. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que la inversión inicial por la compra de cada camión de segunda mano ronda alrededor de Q. 500 000,00 y que se debe planificar mantenimiento especializado, sobre todo considerando el sistema hidráulico integrado.

### **2.2.3.2. Descripción del tipo y frecuencia de recolección**

Para proyectar las opciones de recolección es necesario tomar en cuenta las condiciones específicas en las que se prestará el servicio. “Entre los

parámetros más importantes de diseño se encuentran el tipo y la frecuencia que se usará para la recolección.”<sup>8</sup>

- Tipos de recolección

Determina la modalidad que se usará para la recolección de los desechos domiciliarios, a continuación se describen brevemente las opciones con sus virtudes y desventajas.

- Puerta por puerta

Involucra la llegada de los trabajadores a las casas, recoger la basura de un área de almacenamiento y vaciarla en el vehículo recolector.

- Cuadra por cuadra

Recoger la basura fuera de los edificios, en las calles o callejones.

- Sitio común de residuos

Un sitio centralizado de recolección normalmente ubicado en la propiedad pública, a una distancia específica de los generadores de basura.

---

<sup>8</sup> MINISTRY OF LOCAL GOVERNMENT AND PROVINCIAL COUNCILS. *Solid Waste Collection and Transport. IEEE Service Delivery Training Module 1 of 4*.2008, p. 11-17.



Tabla XXI. **Compatibilidad de factores por tipo de recolección**

<b>FACTORES</b>	<b>PUERTA POR PUERTA</b>	<b>CUADRA POR CUADRA</b>	<b>SITIO COMÚN DE RESIDUOS</b>
<b>EFFECTIVIDAD DEL COSTO</b>	Alto costo, lo más beneficioso	Costo moderado	Bajo costo, lo menos conveniente para el usuario
<b>ADECUACIÓN AMBIENTAL</b>	Lo mejor para el ambiente, se controlan los residuos desde la fuente	Ambientalmente aceptable, si el servicio no es frecuente puede haber desbordamiento de residuos	Posibilidad de desbordamiento de residuos, insectos, aves, roedores y enfermedades transmisibles
<b>ACEPTACIÓN PÚBLICA</b>	Muy alto, lo más conveniente para el usuario	Conveniencia moderada	No es muy conveniente. La población se queja de la apariencia las plagas y los olores
<b>EFICIENCIA</b>	No es eficiente en cuanto a productividad. Se requiere de mayor cantidad de trabajo y equipo	Muy eficiente, reduce los recursos de tiempo y mano de obra	Bajo costo, más eficiente, depende de la frecuencia de recolección y de las prácticas ciudadanas

Fuente: *Solid waste collection and transport, Ministry of local government and provincial councils.*

Como se puede observar en el cuadro anterior, se exponen virtudes y desventajas de los tipos de recolección; evaluando el sistema actual se concluye que la modalidad a utilizar es la de puerta por puerta. Este tipo de recolección es la más cara; sin embargo, es por la que el consumidor se inclina. Para poder aplicarse de forma eficiente y no incurrir en pérdida de tiempo excesivo, se debe tomar en cuenta que el empleado toca a la puerta del usuario, pero este será el encargado de sacar las bolsas de su domicilio, las cuales el empleado recoge y traslada al vehículo.

- Opciones de frecuencia de recolección

Entre las opciones para la frecuencia se observó que puede ser todos los días o dos días por semana. El siguiente cuadro revela las virtudes y desventajas de cada una de las opciones, para tener una visión más amplia.

Tabla XXII. **Opciones de frecuencia para la recolección**

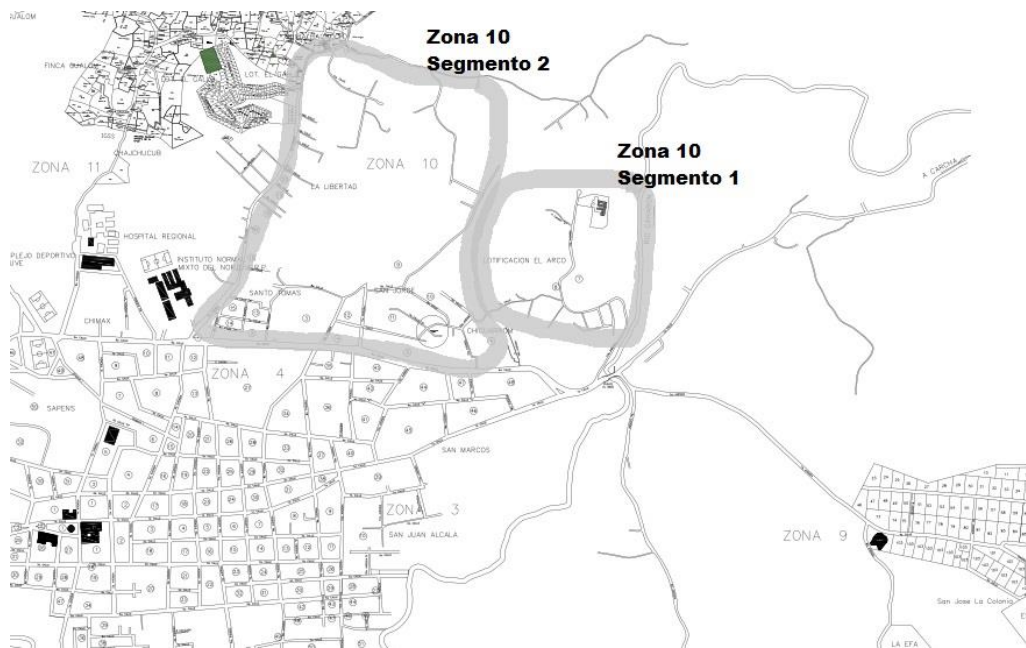
<b>FACTORES</b>	<b>DIARIO</b>	<b>DOS VECES POR SEMANA</b>
<b>Costo de efectividad</b>	Alto costo debido a la necesidad de cubrir toda la población en un día	Menor coste laboral, pero se necesita mayor capacidad de transporte
<b>Seguridad y salud</b>	Riesgo mínimo para la salud	Más tiempo de almacenamiento en el lugar de generación de desechos, aumenta el riesgo a la salud
<b>Adecuación ambiental</b>	Mayor uso de combustible y otros recursos	Menor uso de recursos naturales. Más vertederos ilegales si la capacidad de almacenamiento domiciliar es limitada
<b>Eficacia</b>	Lo más efectivo, ya que los residuos se retiran todos los días	Puede no ser efectivo si los residentes olvidan los días de recolección
<b>Eficiencia</b>	No es lo más eficiente, ya que se necesitan recursos excesivos para recolectar pequeñas cantidades de desechos	Es eficiente para los recolectores, pero reduce el nivel de servicio para los usuarios

Fuente: Ministry of local government and provincial councils, *Solid waste collection and transport*.

Debido a factores de inversión se recomienda utilizar la frecuencia de recolección dos veces por semana, ya que se tendrá más tiempo para cubrir el área total de servicio.

En cuanto a las rutas de recolección, se debe de hacer divisiones en las zonas diez y doce, con el propósito de generar tres rutas diferentes pero con aproximadamente la misma cantidad de usuarios a atender. Dado lo anterior la zona diez debe se dividirá en dos, una parte conteniendo un tercio y la otra dos tercios de la zona aproximadamente, el primer segmento será atendido junto con la zona nueve en una misma ruta.

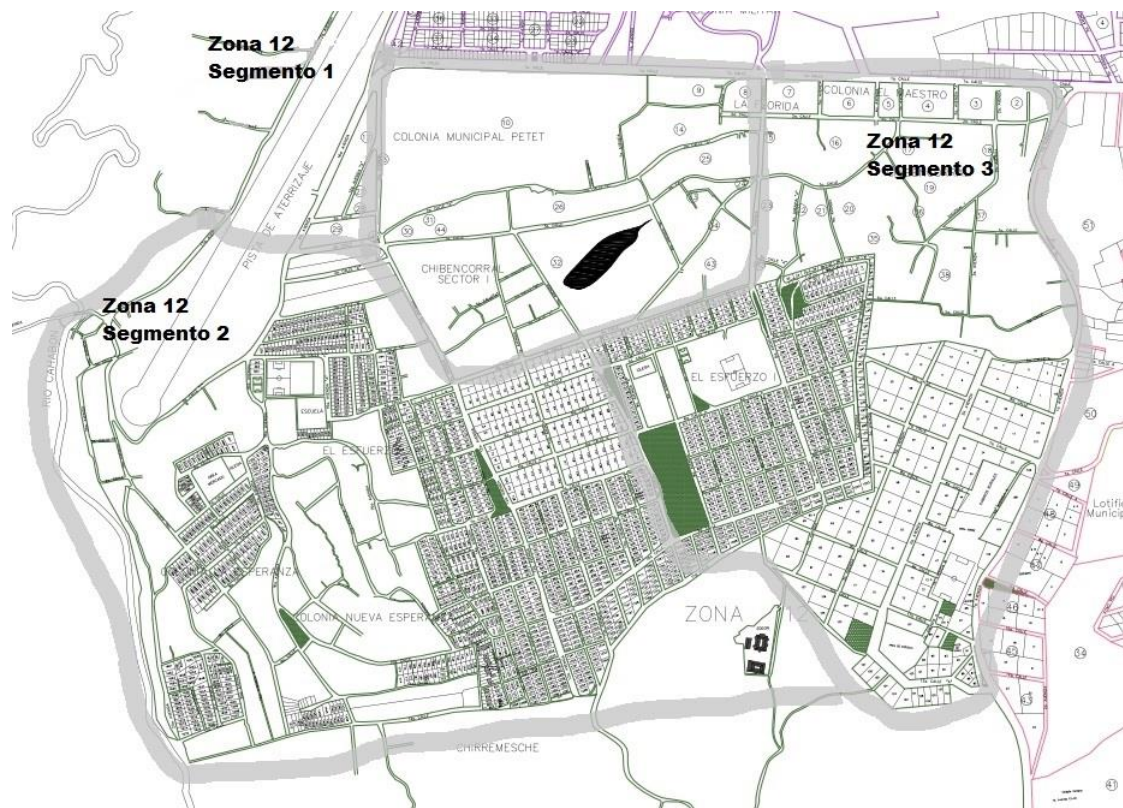
Figura 28. División zona diez



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

Por las dimensiones de la zona doce se procedió a dividirla en tres segmentos, el primero conteniendo aproximadamente un quinto de la zona, el cual será atendido con la zona cinco en la misma ruta, y los otros dos segmentos con dos quintos cada uno.

Figura 29. División zona doce



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

Se procedió a elaborar las rutas de recolección, tres rutas diferentes para cada una de las empresas recolectoras de desechos sólidos domiciliarios, siendo en total una cantidad de nueve rutas diferentes.

Tabla XXIII. Programación para la recolección

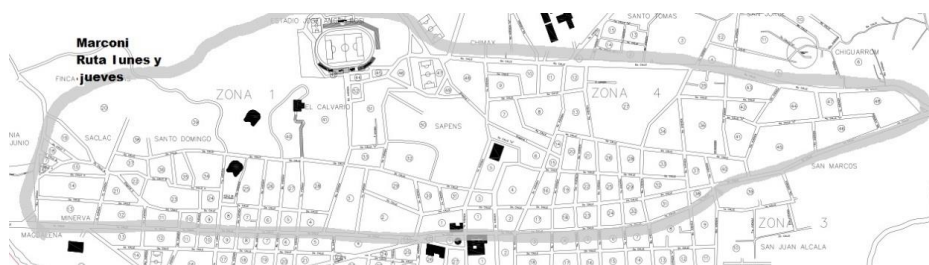
Empresa	Días					
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado
MARCONI	Zona 1	Zona 2	Zona 6	Zona 1	Zona 2	Zona 6
	Zona 4	Zona 3	Zona 7	Zona 4	Zona 3	Zona 7
			Zona 8			Zona 8
SOL	Zona 9	Zona 10 seg2	Zona 11	Zona 9	Zona 10 seg2	Zona 11
	Zona 10 seg1			Zona 10 seg1		
SERVINORTE	Zona 5	Zona 12 seg2	Zona 12 seg3	Zona 5	Zona 12 seg2	Zona 12 seg3
	Zona 12 seg1			Zona 12 seg1		

Fuente: elaboración propia.

- Marconi

Esta empresa debe de atender las zonas 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8; por lo que para la ruta de lunes – jueves se eligió cubrir zonas 1 y 4; para la ruta de martes – viernes cubrirá zonas 2 y 3; dejando para la ruta miércoles – sábado las zonas 6, 7 y 8.

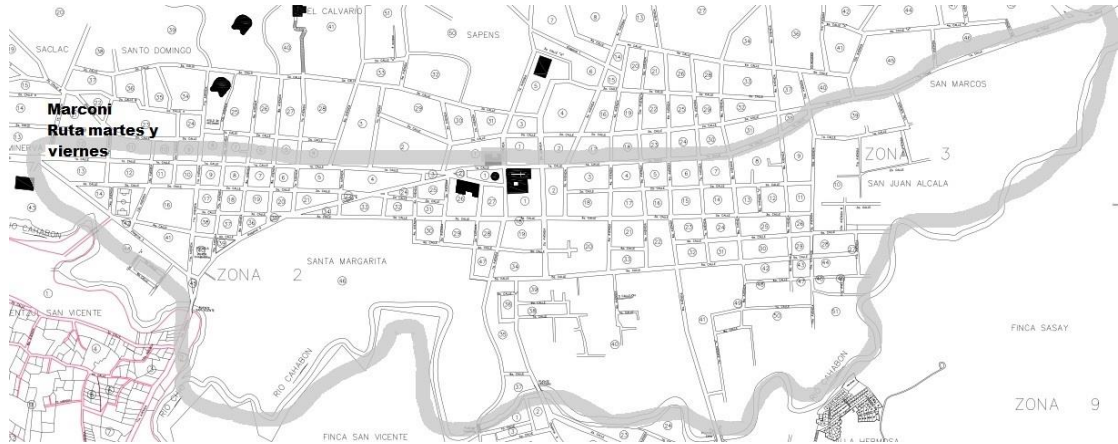
Figura 30. Marconi ruta lunes- jueves



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

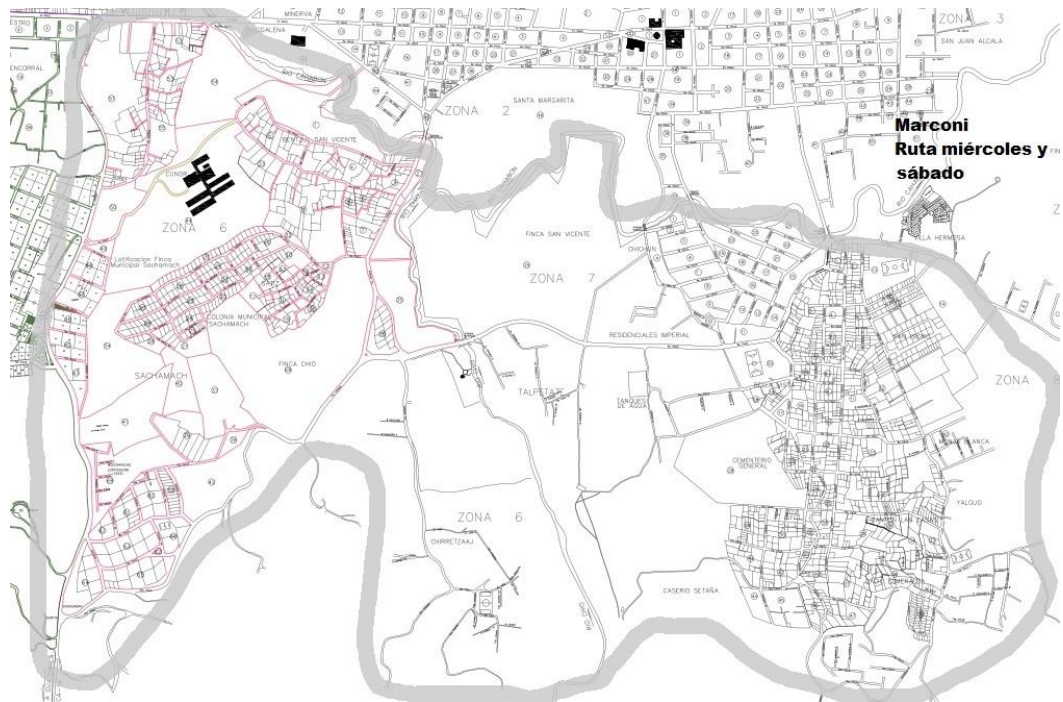


Figura 31. **Marconi ruta martes - viernes**



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

Figura 32. **Marconi ruta miércoles - sábado**

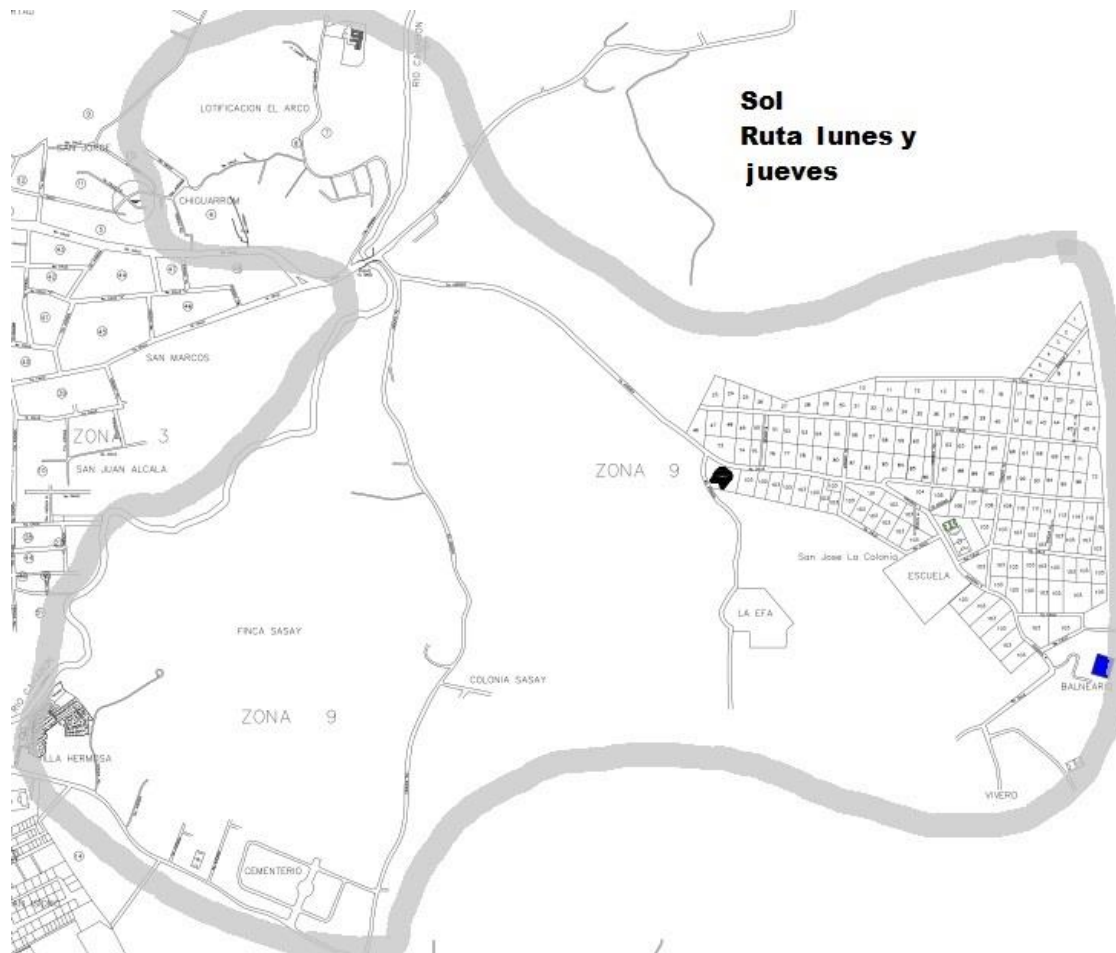


Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

- Sol

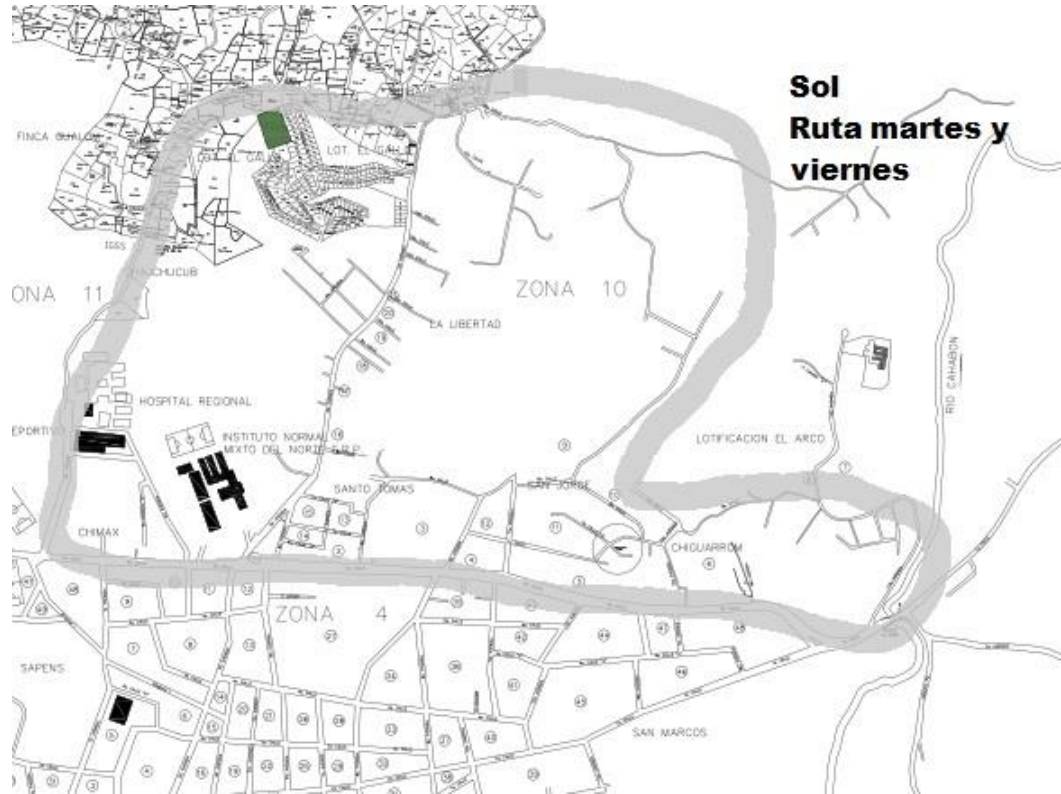
Esta empresa debe de atender las zonas 9, 10 y 11; para la ruta de lunes – jueves se eligió cubrir la zona 9 y el segmento 1 de la zona 10; para la ruta de martes – viernes se cubrirá el segmento 2 de la zona 10; dejando para la ruta miércoles – sábado la zona 11.

Figura 33. Sol ruta lunes - jueves



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

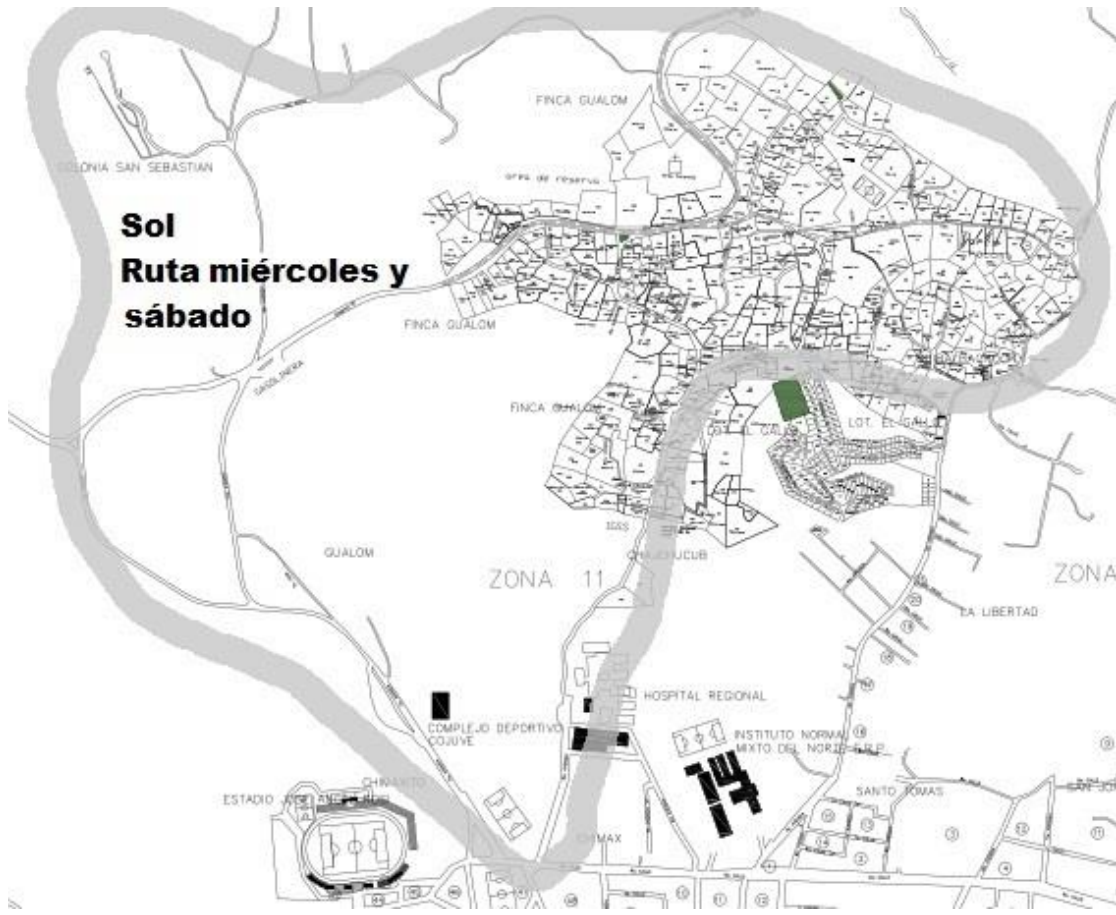
Figura 34. Sol ruta martes - viernes



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.



Figura 35. Sol ruta miércoles - sábado

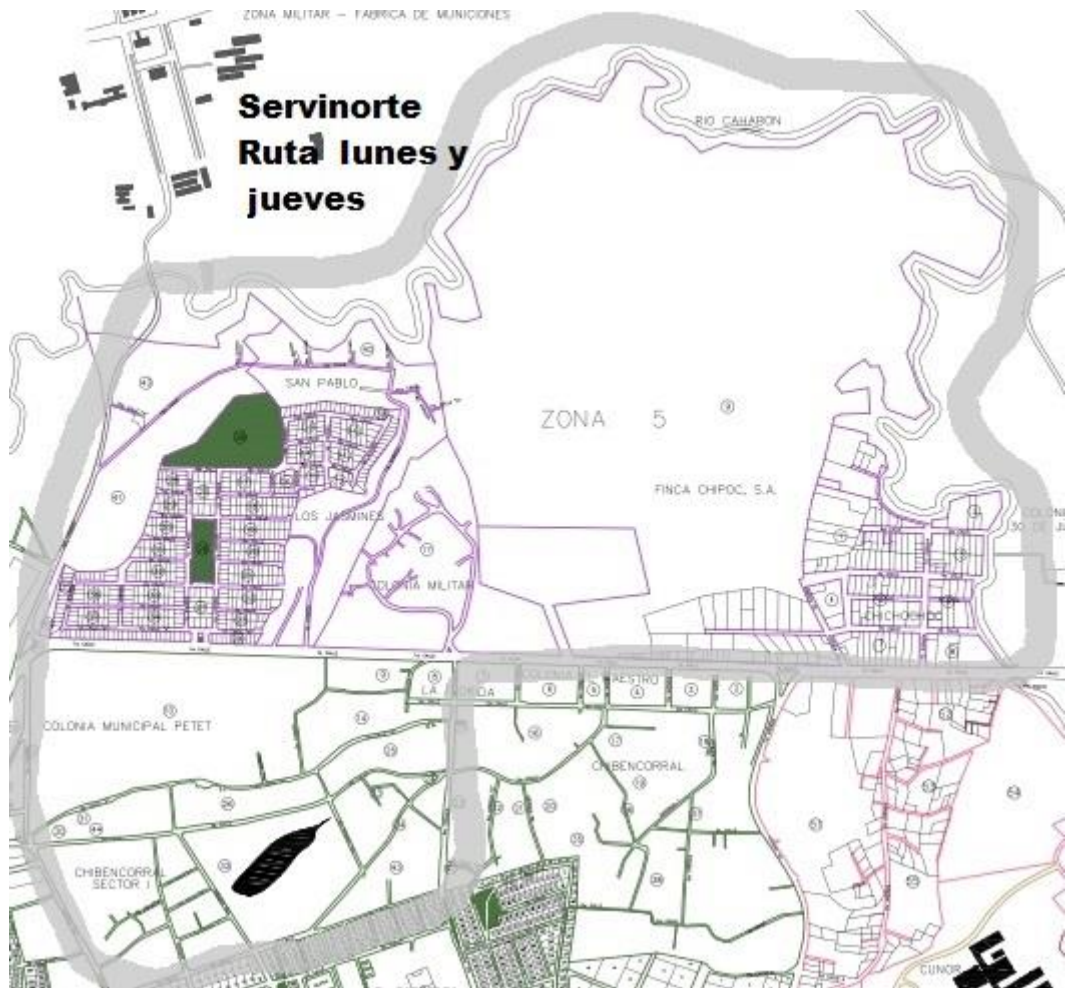


Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

- Servinorte

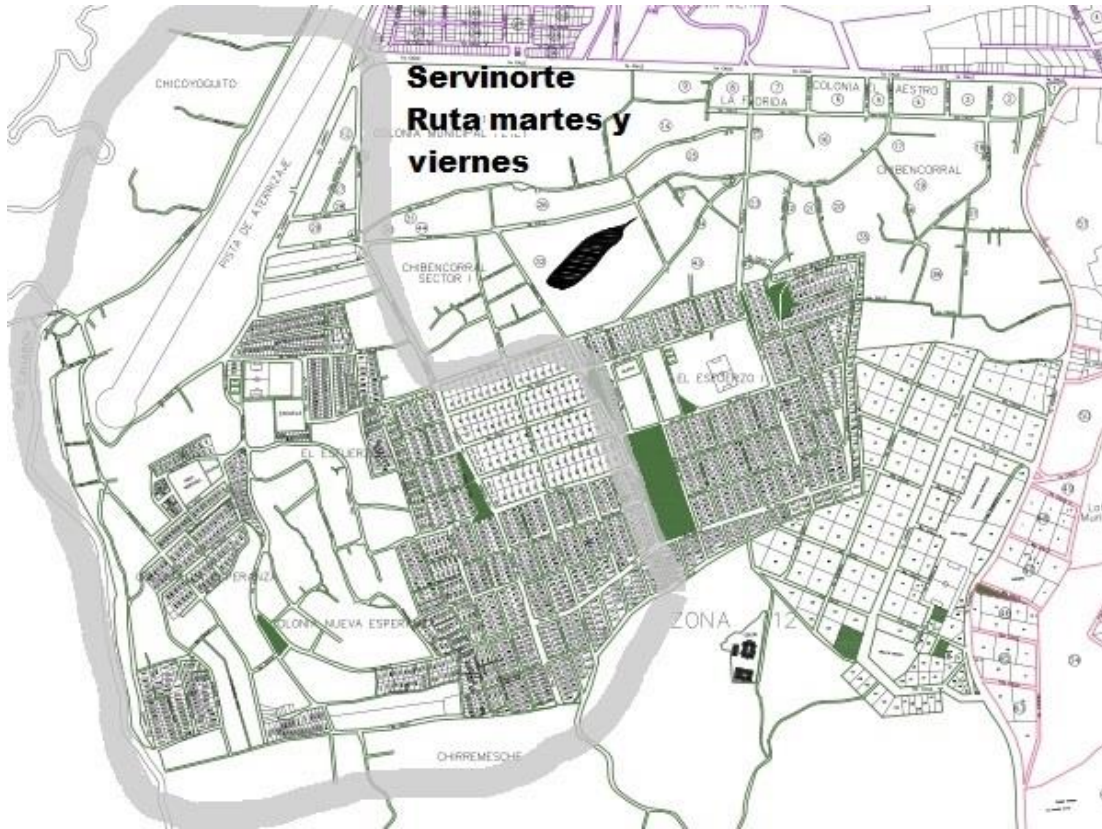
Esta empresa debe atender las zonas 5 y 12; por lo que para la ruta de lunes – jueves se eligió cubrir la zona 5 y segmento 1 de la zona 12; para la ruta de martes – viernes se cubrirá el segmento 2 de la zona 12 y para la ruta miércoles – sábado el segmento 3 de la zona 12.

Figura 36. Servinorte ruta lunes - jueves



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

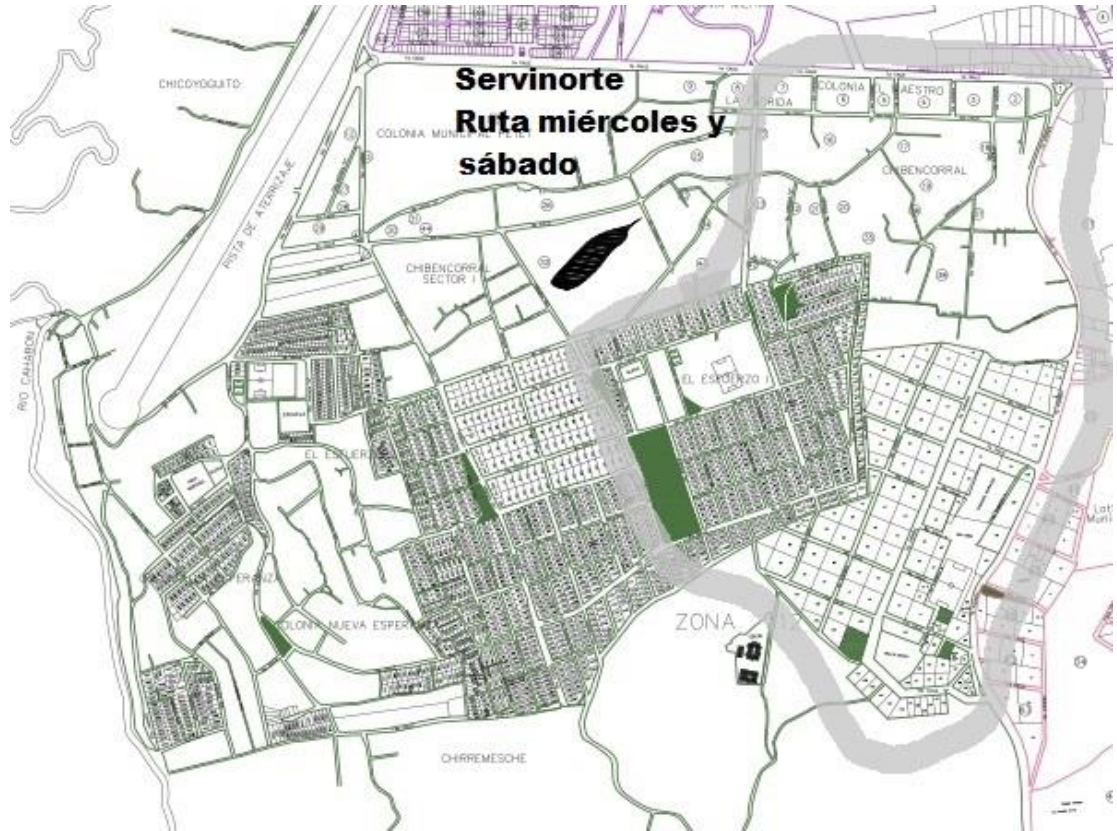
Figura 37. **Servinorte ruta martes - viernes**



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.



Figura 38. **Servinorte ruta miércoles - sábado**



Fuente: elaboración propia, con programa de Google Earth.

### **2.2.3.3. Clasificación de la basura**

En materia de concientización para la clasificación de los desechos, con el fin de crear un impacto considerable en la población a largo plazo, se consideró crear una fuente de información al respecto y distribuirla en las principales escuelas, ya que es allí donde se encuentran los futuros pobladores de la ciudad. En coordinación con la Dirección de Relaciones Públicas, se estructuró un tríptico informático para ser difundido en las escuelas, abarcando los temas tales como: qué es la basura, qué es el reciclaje, importancia de la clasificación y cómo se puede hacer la clasificación.

Figura 39. Tríptico informativo, portada y contraportada

**¿Cómo se debe realizar la clasificación de la basura en tu casa o escuela?**

- Organízate en tu escuela con tu maestro o maestra, compañeros y compañeras. En tu casa con tus padres y hermanos.
- Coloca recipientes debidamente identificados donde se pueda leer o comprender que allí se debe depositar la basura. Puede ser uno para papel, otro para plástico, otro para vidrio y otro para metal como las latas de aluminio.



MUNICIPALIDAD DE COBAN  
CIUDAD IMPERIAL  
Ing. Leonel Chacón, Alcalde





# Reciclaje


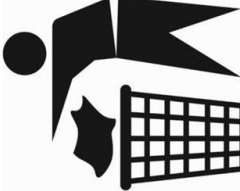



**¡sé un buen ciudadano**

Todos somos responsables de conservar nuestro ambiente, por eso tenemos la obligación de practicar la clasificación de la basura y de esta manera, heredar a las otras generaciones un mundo mejor.

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Tríptico informativo, interior

<p>A nuestro planeta lo estamos destruyendo cada día al contaminarlo especialmente con la basura.</p>		<p><b>¿Qué es la basura?</b> Es cualquier residuo sólido considerado como desecho que no tiene valor.</p>		<p><b>Es importante clasificar la basura para:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr un mejor control y adecuado tratamiento.</li> <li>• Evitar el aumento de basureros en cualquier lugar.</li> <li>• Evitar que los gérmenes que están en ella dañen la salud.</li> <li>• Disminuir la contaminación.</li> <li>• Cuidar los recursos naturales.</li> </ul>	
<p>Para que tu entorno sea agradable, es importante conservar nuestro medio ambiente, por ello debes saber cómo clasificar la basura.</p>	<p><b>¿Qué es reciclaje?</b> Es el proceso de convertir los desechos en productos útiles.</p>					

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.3.4. Disposición final**

Se propone que el tipo de disposición final de desechos se realice mediante la utilización de un relleno sanitario el cual consiste en “colocar la basura compactada con maquinaria y después cubrirla con una capa de tierra de alrededor de medio metro, para continuar con la colocación de la basura nuevamente”<sup>9</sup>, como se puede observar en el anexo D.

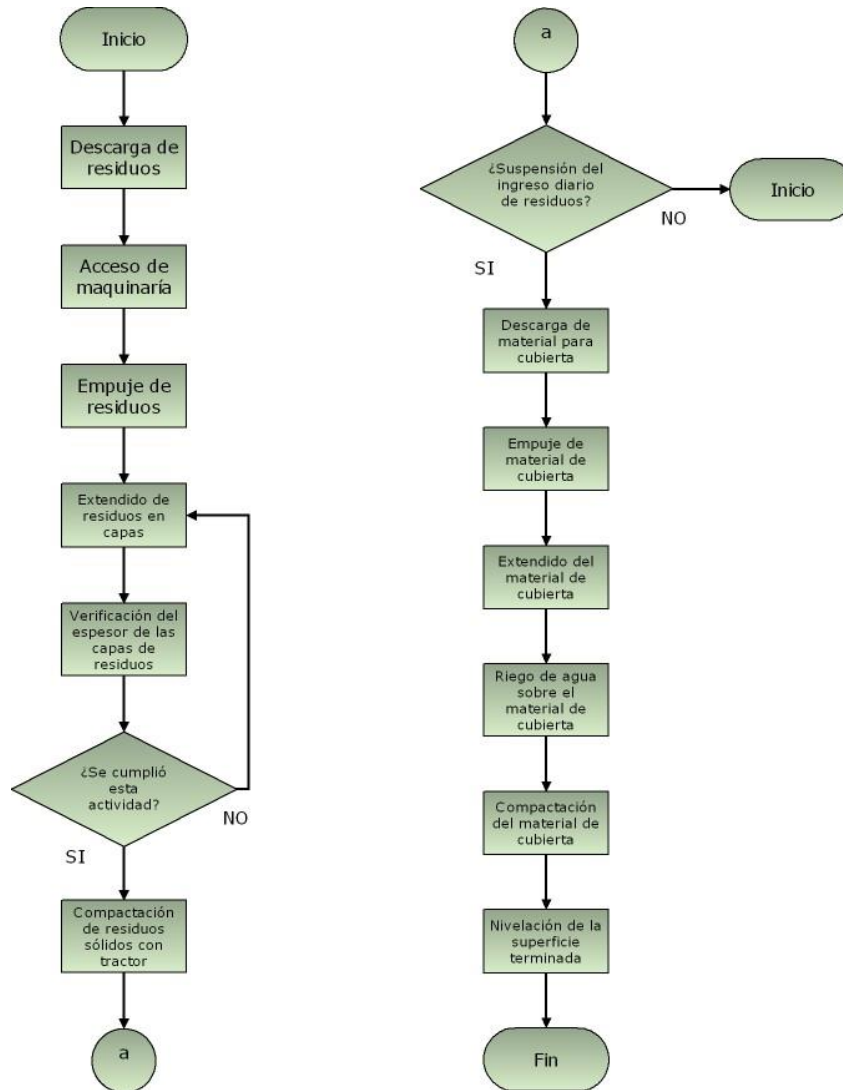
Para este procedimiento es necesario contar con un tractor D-6 y un camión de volteo como maquinaria, el tractor corta parte del talud de tierra, el camión se encarga de trasladar la tierra y posteriormente el tractor realiza el tendido y compactado, lo cual se encuentra detallado en el siguiente diagrama de flujo.

---

<sup>9</sup> FELICIO HADDAD, José. *Manual de instrucción para la disposición final de residuos sólidos*, p. 46.



Figura 41. Flujograma para la disposición final

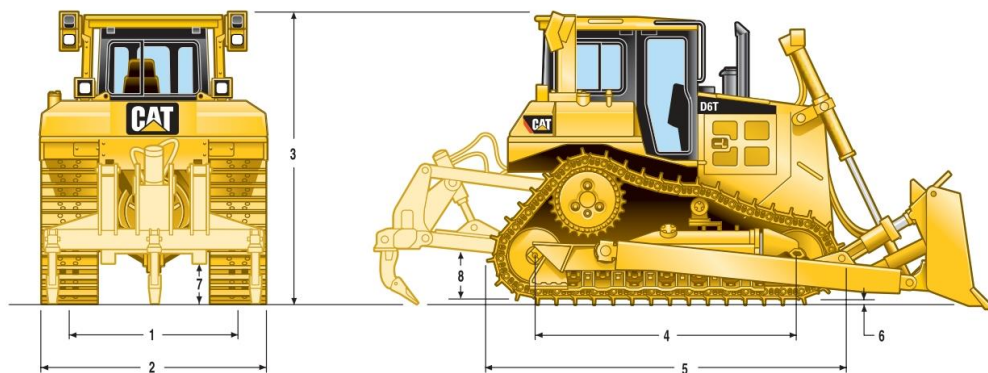


Fuente: SANCHO, Jaime. *Manual para la operación de rellenos sanitarios*, Secretaría de Desarrollo Social de México. 83 p.

El tractor D6T, sus especificaciones detalladas se encuentran en el anexo E, cuenta con las siguientes características principales:

- Motor C9 Acert
- Potencia neta, 185 hp
- Peso de operación, 18 393 kg
- Tipo de hoja topadora SU
- Capacidad de bulldozer,  $5,61 m^3$
- Ancho de zapata, 22 pulg
- Capacidad del tanque de gasolina, 112 gal

Figura 42. Tractor oruga D6T



Fuente: *Manual de especificaciones para tractor CAT D6*,  
[http://pdf.cat.com/cda/files/2500335/7/Med%20TTT\\_How%20to%20Build.pdf](http://pdf.cat.com/cda/files/2500335/7/Med%20TTT_How%20to%20Build.pdf). Consulta: 20 de mayo de 2013.

Este tipo de tractor usado se encuentra en el mercado alrededor de los Q. 2 000 000,00, según la cotización.

Tabla XXIV. **Cotización tractor D6T**


TRACTORES DE CADENA	PRECIO DE VENTA	NÚMERO DE CATÁLOGO	NÚMERO DE SERIE	SMU/HORAS	LUGAR
2009 Caterpillar D6T	\$250 000 USD	CU1560750	JHB00422	1 835	México

Fuente:

[http://catused.cat.com/en/CATERPILLAR/Track+Type+Tractors+\\*+Dozers/D6T/1560750/detail\\_view.html](http://catused.cat.com/en/CATERPILLAR/Track+Type+Tractors+*+Dozers/D6T/1560750/detail_view.html). Consulta: 20 de mayo de 2013.

Para el mantenimiento preventivo del tractor se utilizarán los siguientes formatos tipo *check list*, que facilitarán el control del equipo en mención.

Figura 43. **Mantenimiento preventivo diario para tractor**



**Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz**

---

Recolección de desechos domiciliare

---


  

### Mantenimiento preventivo de los tractores de oruga

Actividades diarias	Check	Firma
Chequear si hay goteras, si la tensión de la oruga es la correcta y si las mangueras tienen agujeros		
Chequear el nivel de agua del radiador y limpiarlo		
Chequear el nivel de aceite del motor		
Limpiar el tamiz del purificador de aire		
Chequear el nivel de aceite hidráulico		
Chequear el nivel de aceite de la transmisión		
Engrasar los brazos de la hoja y las uniones de la oruga		
Chequear el extinguidor de fuego		
Abastecer el combustible al tractor al final del día		

Fuente: SAKURAI, Kunitosh. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 44. **Mantenimiento preventivo semanal para tractor**



**Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz**

---

Recolección de desechos domiciliare

---


  

### Mantenimiento preventivo de los tractores de oruga

Actividades semanal	Check	Firma
Limpiar el purificador de aire y reemplazar el filtro		
Reemplazar filtros de combustible		
Chequear el nivel de aceite del engranaje diferencial		


Fuente: SAKURAI, Kunitosh. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 45. **Mantenimiento preventivo mensual para tractor**

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>		
	Recolección de desechos domiciliarios		
<b>Mantenimiento preventivo de los tractores de oruga</b>			
	<b>Actividades mensual</b>	<b>Check</b>	<b>Firma</b>
	Cambiar el aceite del motor y los filtros		
	Limpiar el filtro primario de combustibles		
	Chequear y ajustar la correa del ventilador		
	Engrasar los cojinetes del ventilador		
	Chequear y ajustar los frenos		

Fuente: SAKURAI, Kunitosh. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 46. **Mantenimiento preventivo semestral para tractor**

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>		
	Recolección de desechos domiciliarios		
<b>Mantenimiento preventivo de los tractores de oruga</b>			
	<b>Actividades semestral</b>	<b>Check</b>	<b>Firma</b>
	Cambiar el aceite de la transmisión y los filtros y limpiar el tamiz magnético		
	Cambiar el aceite del engranaje diferencial		
	Cambiar los filtros del aceite hidráulico		
	Engrasar los cojinetes de los pedales de embrague y freno		
	Engrasar la varilla de cambio de velocidad		
	Engrasar la junta universal		

Fuente: SAKURAI, Kunitosh. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

## **2.2.4. Condiciones de trabajo**

Con base en lo observado en el trabajo de campo se sugieren mejoras que busquen como objetivo primordial, reducir el riesgo al que se expone diariamente a los empleados, teniendo en cuenta siempre que el recurso más importante, es el recurso humano.

### **2.2.4.1. Propuesta de mejora**

Como se expuso anteriormente, con la utilización del método MAC, el cual indica que el cumplimiento de las tareas de recolección representan un riesgo alto para el empleado, se requiere introducir mejoras inmediatas. Por lo anterior se enfatiza en el equipamiento del personal, como mínimo debe ser:

- Casco de polietileno
- Guantes impregnado de látex
- Gafas de policarbonato
- Calzado con punta de acero
- Chalecos de alta visibilidad
- Soporte lumbar

Figura 47. **Equipo de protección personal**

	<b>Casco de polietileno de alta densidad</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Con ajuste de ratch marca Pyramex, tipo I con arnés de 4 puntos de suspensión, cumple con las normas ANSI Z89.1-2009 y con las regulaciones OSHA para la protección de la cabeza; Q 175.00 c/u.</li></ul>
	<b>Guantes 303 s tex</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Guante tejido de kevlar y recubrimiento de látex en la palma. Alto grado de resistencia al corte con buen confort y desempeño, marca Showa Best; Q 250.00 el par.</li></ul>
	<b>Lentes claros side shield</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modelo clásico, protección lateral, patillas ajustables, cumple con los estándares de alto impacto, marca 3m; Q 60.00 c/u.</li></ul>
	<b>Botas punta de acero</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bota con punta de acero, suela de hule y nitrilo, fabricados con piel hidrofugada que retarda el desgaste. Certificación ASTM y cumple con los reglamentos de protección OSHA para calzado, marca Cobán; Q 600.00 el par.</li></ul>
	<b>Chaleco de alta visibilidad</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Chaleco de tela de nylon con bandas reflectivas 3M de color gris al frente y en el dorso en forma horizontal y vertical; Q 200.00 c/u.</li></ul>
	<b>Faja de soporte sacrolumbar</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fabricada con malla de punto abierto para dar ventilación y frescura. Tirantes ajustables y doble banda elástica; Q 250.00 c/u.</li></ul>

Fuente: [www.elexsa.com](http://www.elexsa.com). Consulta: 23 de junio de 2013.

Para que la facilitación de la administración en el ambiente laboral de la recolección de desechos sólidos, se presentan los siguientes formatos.





Figura 50. **Registro de reparaciones y mantenimiento**

Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz  
Recolección de desechos domiciliare

**Registro de reparaciones y mantenimiento**

Fecha	ID Vehículo	Kilometraje	Tipo de servicio	Horas de servicio	Descripción de reparación	Costo mano de obra	Costo repuestos	Gastos extras	Gastos generales	Costo total

Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 51. **Check list del mantenimiento preventivo diario para camiones**


Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz  
Recolección de desechos domiciliare

**Mantenimiento preventivo camiones de recolección**

Actividades diarias	Check	Firma
Chequear la presión de las llantas		
Chequear el nivel de aceite del motor		
Chequear las luces delanteras		
Chequear las luces traseras		
Chequear la bocina		
Chequear parabrisas		
Chequear pides vías		
Chequear el nivel de agua en el radiador		


Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 52. **Check list del mantenimiento preventivo semanal para camiones**

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>		
	Recolección de desechos domiciliare		
<b>Mantenimiento preventivo camiones de recolección</b>			
	<b>Actividades semanales</b>	<b>Check</b>	<b>Firma</b>
	Lavar el vehículo		
	Engrasar el vehículo		
	Chequear que las llantas no tengan cortes		


Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 53. **Check list del mantenimiento preventivo mensual para camiones**

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>		
	Recolección de desechos domiciliare		
<b>Mantenimiento preventivo camiones de recolección</b>			
	<b>Actividades mensual</b>	<b>Check</b>	<b>Firma</b>
	Chequear los cerrojos y pestillos de los lados laterales y del cuerpo del chasis para evitar posibles desajustes		
	Chequear la dirección, las bujías, el nivel de aceite de la caja de transmisión y de la caja de cambios		
	Chequear los resortes		
	Chequear los amortiguadores		
	Examinar las llantas		
	Examinar el embrague		


Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 54. **Check list** del mantenimiento preventivo trimestral para camiones

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>	
	Recolección de desechos domiciliarios	
<b>Mantenimiento preventivo camiones de recolección</b>		
<b>Actividades trimestral</b>	<b>Check</b>	<b>Firma</b>
Examinar y limpiar los filtros de gasolina y de aceite		
Sacar las bujías, limpiarlas y ajustarlas		
Ajustar el magneto y el espiral del encendido		
Examinar el dinamo		
Chequear el arrancador y la unidad de control		
Alinear los frenos		


Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 55. **Check list** del mantenimiento preventivo semestral para camiones

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>	
	Recolección de desechos domiciliarios	
<b>Mantenimiento preventivo camiones de recolección</b>		
<b>Actividades semestral</b>	<b>Check</b>	<b>Firma</b>
Remover las uniones		
Chequear los cojinetes, aceitarlos y engrasarlos		
Drenar, lavar y llenar de aceite limpio el colector de aceite y la caja de transmisión		
Remover, limpiar y engrasar los cables de los frenos si los hubiere		
Remover las juntas de los frenos, reemplazarlas y engrasarlas		
Examinar el eje trasero, el mecanismo de dirección y las demás unidades		


Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 56. **Check list del mantenimiento preventivo anual para camiones**

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>		
	Recolección de desechos domiciliarios		
<b>Mantenimiento preventivo camiones de recolección</b>			
<b>Actividades anuales</b>		<b>Check</b>	<b>Firma</b>
Remover la cabeza del cilindro			
Remover el carbón de las válvulas y colocarlas nuevamente			
Efectuar la limpieza general del vehículo, cubrirlo de brea y esmaltarlo			

Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

Figura 57. **Check list del mantenimiento preventivo bianual para camiones**

	<b>Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz</b>		
	Recolección de desechos domiciliarios		
<b>Mantenimiento preventivo camiones de recolección</b>			
<b>Actividades bianual</b>		<b>Check</b>	<b>Firma</b>
Bajar el motor y la caja de cambios; repararlos			
Remover los ejes frontal y trasero; repararlos			
Remover cualquier otra parte del vehículo que sea necesaria y repararla			
Limpiar totalmente el chasis y efectuar una limpieza general			
Examinar y cambiar los cables donde sea necesario			
Reacondicionar todo el equipo eléctrico			
Pintar el vehículo por dentro y por fuera			
Reensamblar y probar el vehículo en carretera			

Fuente: SAKURAI, Kunitoshi. *Mantenimiento de equipos*, CEPIS.

## 2.2.5. Análisis de costos

En este inciso se presenta de forma general un análisis financiero donde se plantea la eliminación de tercerizar el servicio de recolección de desechos en el casco urbano, dejando a la municipalidad como única encargada del manejo y gestión del mismo.

### 2.2.5.1. Costos e ingresos

- Inversión inicial

La inversión inicial comprende los conceptos de maquinaria y equipo, infraestructura y el mobiliario y equipo. Teniendo en cuenta que la infraestructura administrativa para la recolección de desechos sólidos se adecuará en las instalaciones de la Municipalidad, la inversión inicial solo abarcará el costo de los camiones recolectores y el mobiliario necesario.

Figura 58. Descripción de inversión inicial, en quetzales

CONCEPTO	MONTO (en quetzales)
MAQUINARIA Y EQUIPO	7 500 000,00
MOBILIARIO Y EQUIPO	40 000,00
INVERSIÓN TOTAL	7 540 000,00

Fuente: elaboración propia.

- Costos de operación

Estos son los costos necesarios para mantener y operar los activos fijos, se dividieron en fijos y variables. Los costos fijos se componen de la mano de obra y los costos variables abarcan rubros tales como: combustibles, repuestos, herramientas, equipo de protección personal, entre otros.

- Costos fijos

Los siguientes colaboradores son necesarios para el funcionamiento del servicio:

Figura 59. **Costos mano de obra anual, en quetzales**

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>ANUAL (en quetzales)</b>
<b>ADMINISTRACIÓN</b>	Administrador	1	210 000,00
	Asistente	1	70 000,00
	Contador	1	35 000,00
<b>RECOLECCIÓN</b>	Choferes	15	45 000,00
	Ayudantes	60	40 000,00
<b>MANTENIMIENTO</b>	Supervisor	1	70 000,00
	Operarios	4	140 000,00
<b>SEGURIDAD</b>	Guardia	1	35 000,00
<b>COSTO FIJO TOTAL</b>			645 000,00

Fuente: costos competitivos de mano de obra y Ministerio de Trabajo.

Con la anterior tabla proyectamos los costos fijos por mano de obra con un incremento del 5 por ciento anual.

Figura 60. **Proyección de salarios a 5 años, con crecimiento del 5 por ciento anual, en quetzales**

<b>COSTO FIJO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>ADMINISTRACIÓN</b>	315 000,00	330 750,00	347 287,50	364 651,88	382 884,47
<b>RECOLECCIÓN</b>	85 000,00	89 250,00	93 712,50	98 398,13	103 318,03
<b>MANTENIMIENTO</b>	210 000,00	220 500,00	231 525,00	243 101,25	255 256,31
<b>SEGURIDAD</b>	35 000,00	36 750,00	38 587,50	40 516,88	42 542,72
<b>TOTAL</b>	645 000,00	677 250,00	711 112,50	746 668,13	784 001,53

Fuente: elaboración propia.

- Costos variables

Estos se generan por consumo de productos y servicios para la correcta operación del proyecto.

Figura 61. **Costos por mantenimiento administrativo, en quetzales**

<b>COSTO</b>	<b>RUBRO</b>	<b>MONTO ANUAL</b>
<b>MANTENIMIENTO</b>	Agua	24 000,00
	Electricidad	3 600,00
	Teléfono	6 000,00
	Útiles	12 000,00
	<b>TOTAL</b>	45 600,00
<b>OPERACIÓN</b>	Combustibles y lubricantes	960 000,00
	Repuestos y accesorios	48 000,00
	<b>TOTAL</b>	1 008 000,00
<b>INSUMOS</b>	Herramientas	36 000,00
	Equipo de protección	105 000,00
	<b>TOTAL</b>	141 000,00
<b>CV TOTAL</b>		1 194 600,00

Fuente: administración de oficinas, Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz.

Con la figura 61 se proyectan los costos fijos por mano de obra con un incremento del 10, 5 y 2 por ciento anual respectivamente.

Figura 62. **Proyección costos variables a 5 años, en quetzales**

<b>COSTO VARIABLE</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>MANTENIMIENTO</b>	45 600,00	50 160,00	55 176,00	60 693,60	66 762,96
<b>OPERACIÓN</b>	1 008 000,00	1 058 400,00	1 111 320,00	1 166 886,00	1 225 230,30
<b>INSUMOS</b>	141 000,00	143 820,00	146 696,40	149 630,33	152 622,93
<b>TOTAL</b>	1 194 600,00	1 252 380,00	1 313 192,40	1 377 209,93	1 444 616,19

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el costo total de operación viene dado por la sumatoria del costo fijo y el variable, ascendiendo así a Q. 1 839 600,00 para el primer año. Siendo así que los costos totales para los primeros 5 años del proyecto se desglosan en la figura 63.

Figura 63. **Proyección de costos totales a 5 años, en quetzales**

<b>COSTO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>COSTO FIJO</b>	645 000,00	677 250,00	711 112,50	746 668,13	784 001,53
<b>COSTO VARIABLE</b>	1 194 600,00	1 252 380,00	1 313 192,40	1 377 209,93	1 444 616,19
<b>COSTO TOTAL</b>	1 839 600,00	1 929 630,00	2 024 304,90	2 123 878,05	2 228 617,73

Fuente: elaboración propia.



- Ingresos

Tomando en cuenta el ingreso que percibiría la municipalidad por el cobro del servicio a una tarifa de Q 30,00 por vivienda al mes, cubriendo aproximadamente 14 000 viviendas, se obtendría una cantidad de Q 5 040 000,00 como ingreso anual. Seguidamente lo proyectamos a 5 años con 3 por ciento de crecimiento anual según el crecimiento poblacional proporcionado por INE.

Figura 64. **Proyección a 5 años de ingresos, por cobro del servicio, en quetzales**

AÑO	1	2	3	4	5
INGRESO	5 040 000,00	5 191 200,00	5 346 936,00	5 507 344,08	5 672 564,40

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5.2. Análisis de recuperación de la inversión

El análisis se basa en la recuperación de la inversión, calculando los flujos de efectivo, determinado por el valor presente neto y la tasa beneficio–costo.

- Valor Presente Neto:

Este análisis ayuda a “evaluar el proyecto a largo plazo, determinando hasta qué grado se puede maximizar la inversión del mismo”<sup>10</sup>. En este caso se utiliza una tasa de interés del 24 por ciento, la cual es tomada como referencia de los financiamientos del sistema bancario.

<sup>10</sup> BLANK, Leland; TARQUIN, Anthony. *Ingeniería Económica*, p. 152.

Valor presente:

$$VP = VF \times \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Donde:

VP: valor presente

VF: valor futuro

i: interés

n: año

Con la fórmula anterior se proyecta para los cinco años calculados, donde *i* es la tasa de interés y *n* el año de la cantidad a calcular.

Figura 65. **Proyección de egresos e ingresos totales**

<b>AÑO</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>VP INGRESOS</b>	<b>VP EGRESOS</b>
<b>1</b>	5 040 000,00	1 839 600,00	4 064 516,13	1 483 548,39
<b>2</b>	5 191 200,00	1 929 630,00	3 376 170,66	1 254 962,28
<b>3</b>	5 346 936,00	2 024 304,90	2 804 399,82	1 061 722,13
<b>4</b>	5 507 344,08	2 123 878,05	2 329 461,14	898 344,34
<b>5</b>	5 672 564,40	2 228 617,73	1 934 955,62	760 198,76
			14 509 503,37	5 458 775,90

Fuente: elaboración propia.

### Valor Presente Neto

$$VPN = -Inversión + (VP ingresos - VP egresos)$$

$$VPN = -Q. 7 540 000,00 + (Q. 14 509 503,37 - Q. 5 458 775,90)$$

$$VPN = Q. 1 510 727,47$$

Se determina que el Valor Presente Neto es de Q 1 510 727,47 con una tasa de descuento del 24 por ciento anual. Siendo éste un resultado positivo, se considera como una buena alternativa de inversión.

- Tasa de Beneficio–Costo:

Este razonamiento se basa en obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido. Los proyectos en los cuales los beneficios superan el coste son considerados como exitosos.

Este cálculo se realiza mediante la división del valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos. Para que el proyecto sea aceptable, se busca que la razón de la división sea mayor que uno.

$$Tasa Beneficio - Costo = \frac{Valor\ presente\ de\ los\ beneficios}{Valor\ presente\ de\ los\ costos}$$

$$Tasa\ de\ Beneficio - Costo = \frac{Q. 14\ 509\ 503,37}{Q. 5\ 458\ 775,90}$$

$$Tasa\ Beneficio - Costo = Q. 2,66$$

Por lo anterior se concluye que por cada quetzal invertido en el proyecto, se recuperarán Q. 1,66.

- Tasa Interna de Retorno

Se calcula el promedio geométrico de los rendimientos futuros esperados del proyecto como otro indicador económico, comparándolo con la tasa mínima atractiva de los inversionistas.

Figura 66. **Tasa Interna de Retorno**

<b>TIR</b>	
<b>Cantidad invertida</b>	-7 540 000,00
<b>1</b>	3 200 400,00
<b>2</b>	3 261 570,00
<b>3</b>	3 322 631,10
<b>4</b>	3 383 466,03
<b>5</b>	3 443 946,68
<b>Tasa de retorno</b>	33%

Fuente: elaboración propia.

La Tasa Interna de Retorno que se obtiene del proyecto es de 33 por ciento, lo que se interpreta como una tasa de retorno alta, atractiva para los inversionistas del proyecto.



### **3. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA CALDERA DEL HOSPITAL REGIONAL DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

“La construcción del hospital regional Hellen Lossi de Laugerud de Cobán, Alta Verapaz se inició en el año de 1976, finalizando al año siguiente, fue inaugurado en 1978”<sup>11</sup>. Se encuentra ubicado en la 8ª. Calle 1-12 zona 4 de la cabecera departamental.

En este capítulo se analizarán las condiciones actuales de las calderas del hospital, para proponer un plan de mantenimiento preventivo, ayudando de cierta forma a prolongar el tiempo de vida de estos equipos tan importantes.

#### **3.1. Situación actual**

El análisis de condiciones iniciales abarca factores tales como: recurso humano, situación del equipo, mantenimiento preventivo, potencia real del equipo, pérdida energética, capacidad de producción y la red de distribución.

---

<sup>11</sup> JUÁREZ ISEM, Sermiria Maribel. *Manual de funciones interno para el hospital regional Hellen Lossi de Laugerud*, p. 3.

### 3.1.1. Condición actual del equipo

El hospital cuenta con una demanda, que supera la capacidad instalada, para poder atender a los pacientes, por lo que el correcto funcionamiento de la maquinaria es fundamental. Sin embargo el hospital no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para la caldera, por lo que se plantea la mejora en este tema para mitigar en un futuro alguna falla de la maquinaria.

El hospital cuenta en la actualidad con dos calderas pirotubulares horizontales de tres pasos, con las características que indican las siguientes fichas.

Figura 67. **Cuarto de máquinas, Hospital Regional, Cobán Alta Verapaz**



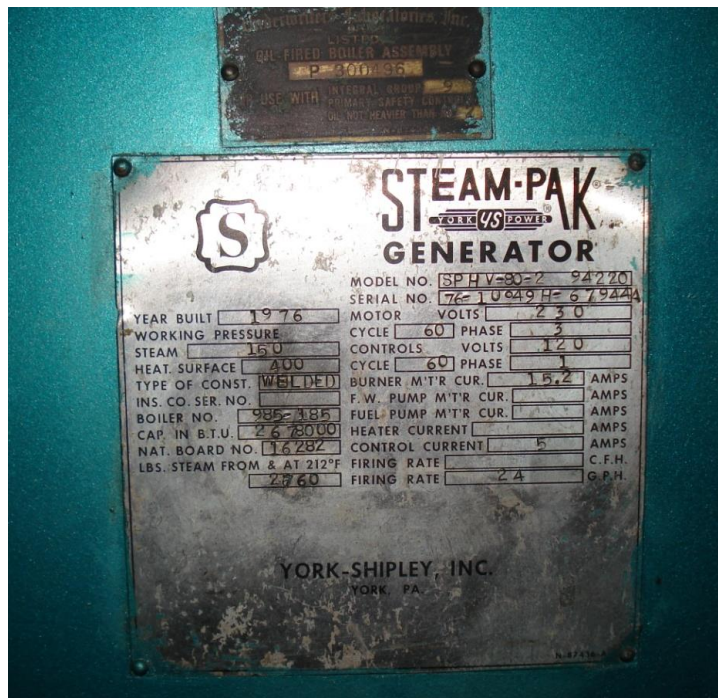
Fuente: Cuarto de Maquinas Hospital Regional, Cobán, Alta Verapaz.

Tabla XXV. Ficha técnica de caldera de 80 caballos de vapor

<b>Marca</b>	<b>YORK – SHIPLEY</b> York, Pennsylvania 17402 U.S.A.
<b>Modelo</b>	SPHV-80-29 4220
<b>Serie</b>	76-10949 H-67944
<b>Año de fabricación</b>	1 976
<b>Presión máxima de trabajo</b>	150 psi
<b>Potencia</b>	80 BHP

Fuente: elaboración propia.

Figura 68. Placa de caldera de 80 caballos de vapor



Fuente: Caldera del Hospital Regional, Cobán, Alta Verapaz.



Tabla XXVI. Ficha técnica de caldera de 60 caballos de vapor

<b>Marca</b>	<b>YORK – SHIPLEY</b> York, Pennsylvania 17402 U.S.A.
<b>Modelo</b>	SPHV-60-2 93949
<b>Serie</b>	76-10948 H-67944
<b>Año de fabricación</b>	1 976
<b>Presión máxima de trabajo</b>	150 psi
<b>Potencia</b>	60 BHP

Fuente: elaboración propia.

Figura 69. Placa de caldera de 60 caballos de vapor



Fuente: Caldera del Hospital Regional, Cobán, Alta Verapaz.

Las calderas están diseñadas para quemar combustible diesel, con llama piloto de gas propano. Son tipo paquete, ya que tienen integrado al cuerpo de la caldera equipos auxiliares que ayudan al funcionamiento y control del equipo. La caldera con capacidad de 60 caballos de vapor se encuentra actualmente inactiva ya que se le dio un mantenimiento correctivo inadecuado que derivó en el fallo del sistema eléctrico respectivo.

### **3.1.2. Recurso humano**

El recurso humano actualmente utilizado para el funcionamiento de la generación de vapor, abarca:

- Cuatro empleados
- Aproximadamente 10 años de experiencia en el puesto

Los empleados encargados de la generación de vapor son responsables de otras tareas dentro del hospital, por lo que no tienen responsabilidad específica de las calderas.

### **3.1.3. Mantenimiento preventivo actual**

El mantenimiento preventivo consiste en la programación de varias inspecciones de funcionamiento y seguridad como ajustes, reparaciones, limpieza, lubricación, entre otras. Estas se deben llevar de forma periódica, de acuerdo a un plan previamente establecido con el propósito de prever fallas, manteniendo sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones en completa operación, bajo nivel de eficiencia óptima. La principal ventaja de este sistema es que se detectan las fallas en la fase inicial, para poder ser corregidas en el momento oportuno.

Sin embargo, en el hospital en mención, el mantenimiento se maneja bajo la visión correctiva, la cual es reparar lo que se descompone cuando la falla sucede. Por lo anterior, no se cuenta con medidas preventivas para el mantenimiento de las calderas que sirven al hospital. Es por esto que se ve la necesidad de generar un plan de mantenimiento preventivo que ayude a predecir fallas, y no obligar a parar la producción de vapor por mal funcionamiento.

#### **3.1.4. Potencia teórica**

La potencia nominal de la caldera en funcionamiento es de 80 Bhp, sabiendo que se necesitan 33,472 KBTU por hora para evaporar 34,5 libras de agua a 212° Fahrenheit, se deduce que la capacidad de generar vapor es de 2 677,760 KBTU por hora. Sin embargo 1 KBTU/h es igual a 252 Kcal/h, por lo que la capacidad total es de 674 795,52 Kcal/h.

#### **3.1.5. Consumo de combustible**

El consumo de combustible de las calderas esta dado por los registros que presentan en la administración del hospital, quienes presentaron las horas de trabajo por día y el consumo de galones por día. Este consumo se deriva de la necesidad de cumplir con la demanda del siguiente equipo:

- 2 secadoras
- 2 autoclaves
- 2 marmitas de 40 litros

Figura 70. **Secadoras del Hospital Regional, Cobán Alta Verapaz**



Fuente: cuarto de Secado del Hospital Regional, Cobán, Alta Verapaz.

La tabla XXVI muestra los datos de las horas de trabajo y el consumo diario correspondientes al mes de junio.

Tabla XXVII. Consumo de combustible

FECHA	TRABAJO HORA/DÍA	CONSUMO GAL/DÍA
01-jun	10,00	96,5
02-jun	8,00	77,2
03-jun	5,00	48,3
04-jun	3,00	29,0
05-jun	5,00	48,3
06-jun	4,00	38,6
07-jun	5,00	48,3
08-jun	3,50	33,7
09-jun	3,50	33,7
10-jun	4,00	38,6
11-jun	5,00	48,2
12-jun	7,00	67,5
13-jun	5,00	48,3
14-jun	6,00	57,9
15-jun	8,00	77,2
16-jun	6,50	62,7
17-jun	6,00	57,9
18-jun	4,00	38,6
19-jun	5,00	48,3
20-jun	7,50	72,4
21-jun	5,00	48,3
22-jun	3,50	33,7
23-jun	5,50	53,0
24-jun	4,50	43,4
25-jun	7,00	67,5
26-jun	3,50	33,7
27-jun	4,50	43,4
28-jun	5,00	48,2
29-jun	6,00	57,9
30-jun	5,00	48,3
<b>PROMEDIO</b>	5,35	51,6

Fuente: elaboración propia.

Se consumen aproximadamente 9,6 galones por hora y se utiliza la caldera un promedio de 5 horas y 20 minutos en un día, según los datos proporcionados por la administración del hospital.

### 3.1.6. Pérdidas por incrustación

Para determinar la cantidad de combustible que se pierde a causa de las incrustaciones en la tubería, se hace el siguiente análisis.

C = consumo por hora = 9,6 gal/h

FC = factor de consumo = 0,26gal/bhp \* h

FIFC = factor de incremento de la resistencia al calor

FIFC = (carga + % pérdida por incrustación)/carga

Tabla XXVIII. Pérdida de combustible por incrustación

Espesor de incrustación	Porcentaje de combustible
1/32 pulgada	7
1/25 pulgada	9
1/20 pulgada	11
1/16 pulgada	13
1/9 pulgada	15
1/4 pulgada	16

Fuente: Cek de Centroamérica, minimizando impactos ambientales y económicos a través de manejos de calderas de vapor y sistemas de enfriamiento.

Carga = 100 por ciento

Porcentaje de pérdida = 16 %

FIFC = (100 + 16)/100 = 1,16

C = Bhp × FC × FIFC

Se despeja la variable bhp, de la anterior expresión:

$$\text{Bhp} = \frac{C}{\text{FC} \times \text{FIFC}}$$
$$\therefore \text{Bhp} = \frac{9,6}{0,26 \times 1,16} = 31,83 \text{ bhp}$$

La potencia real de la caldera es de 31,83 bhp, lo cual se encuentra muy por debajo de la potencia teórica. Si no se presentaran incrustaciones, el consumo de combustible sería el siguiente:

$$C = 31,83 \text{ bhp} \times 0,26 \text{ gal/bhp} \cdot \text{h} = 8,27 \text{ gal/h}$$

En comparación al consumo actual se reduciría en 1,36 galones por hora debido a las incrustaciones, lo cual ahorraría en combustible 7,27 galones al día, llegando a ahorrar 218 galones en un mes.

### **3.1.7. Capacidad de producción energética**

La potencia real de la caldera calculada anteriormente es de 31,28 bhp, sabiendo que un bhp son 33,471 KBTU/h y que 1 KBTU/h son 252 Kcal/h, se deduce que se tiene la capacidad de generar 263 837,16 Kcal/h.

Los valores mencionados anteriormente, indican que la capacidad de producción real está por debajo de capacidad teórica, lo cual demanda desarrollar un plan de mantenimiento para que la misma no sufra más daño.

### 3.1.8. Red de distribución

El estado de las tuberías que suministran el vapor es un factor que afecta directamente la eficiencia del sistema, debido a que este es el medio de distribución para el funcionamiento del equipo auxiliar empleado. Las tuberías de suministro actuales se encuentran en mal estado, existen daños superficiales debidos a la corrosión, también hay muchos tramos de tubería sin aislamiento térmico, sobre todo en tamos largos y desviaciones.

Figura 71. **Tubería en mal estado**



Fuente: red de distribución de vapor del Hospital Regional, Cobán, Alta Verapaz.



La radiación, como transferencia de calor, debe ser considerada en el sistema de vapor sobre todo si este es carente del aislamiento térmico. El aislamiento permite reducir la pérdida de energía calorífica del vapor evitando acrecentar la aparición de condensado en la red, la cual tiene un valor monetario, representado en la economía de los combustibles.

Figura 72. **Aislamiento actual**



Fuente: red de distribución de vapor del Hospital Regional, Cobán, Alta Verapaz.

Consecuencias por falta de aislamiento térmico:

- Suministro de vapor de mala calidad a los equipos
- Equipos operando a su mínima capacidad
- Reducción de la eficiencia energética del vapor
- Mayor consumo de combustible
- Condensado en la red de vapor
- Corrosión excesiva debido al ambiente que rodea la tubería

- Fugas de vapor debido a la corrosión en el sistema
- Reducción de la vida útil de la tubería
- Golpe de ariete debido a flujo de condensado en la tubería

### **3.2. Propuesta de mejora**

La propuesta de mejora para el funcionamiento de las calderas se centra en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y la reducción de pérdidas de eficiencia térmica. El plan abarca aspectos como: el recurso humano necesario, programación de actividades, insumos y rutinas de o para la operación. También se plantea la inversión en cuestiones específicas que ayuden a mejorar la eficiencia térmica de la producción de vapor.

#### **3.2.1. Plan de mantenimiento preventivo**

Todo equipo o instalación está expuesto a producir fallas provocadas por su funcionamiento, lo que puede desembocar en paros del servicio por reparaciones en el mismo; sin embargo, se deben tomar medidas que reduzcan la probabilidad de fallas. La función del mantenimiento preventivo radica en conocer sistemáticamente el estado de la maquinaria y equipo, para programar acciones que eliminen averías que se traducen en paros, tomando en cuenta que los paros necesarios y programados provoquen el menor impacto en cuanto a tiempo y producción se refiere.

##### **3.2.1.1. Recurso humano**

El recurso humano necesario para el Departamento de Mantenimiento dependerá del interés de parte del hospital en cubrir necesidades que se presenten en el futuro, debido a que actualmente no existe demanda de vapor mayor a la que se produce. Siendo así que el jefe del Departamento, debe ser

responsable de velar para que los trabajadores que se encuentren a su cargo, sin importar cuantos sean, cumplan a cabalidad con los objetivos y funciones correspondientes.

Como actividades principales debe de organizar y distribuir las órdenes de trabajo que lleguen al Departamento, de acuerdo con las prioridades y exigencias del momento. También debe supervisar y dar seguimiento a las órdenes de trabajo, asegurando que cada una se cumpla.

Para la situación actual del Hospital se propone que el jefe de mantenimiento esté ligado a la Gerencia General, para establecer comunicación constante de las necesidades a cubrir, mediante la planificación que ellos hagan.

También se propone incluir un mecánico general con su respectivo ayudante, los cuales deben de poseer los conocimientos básicos de mecánica y electricidad. Se encargará de realizar los trabajos de mantenimiento programados y otras actividades que ordene el jefe del Departamento.

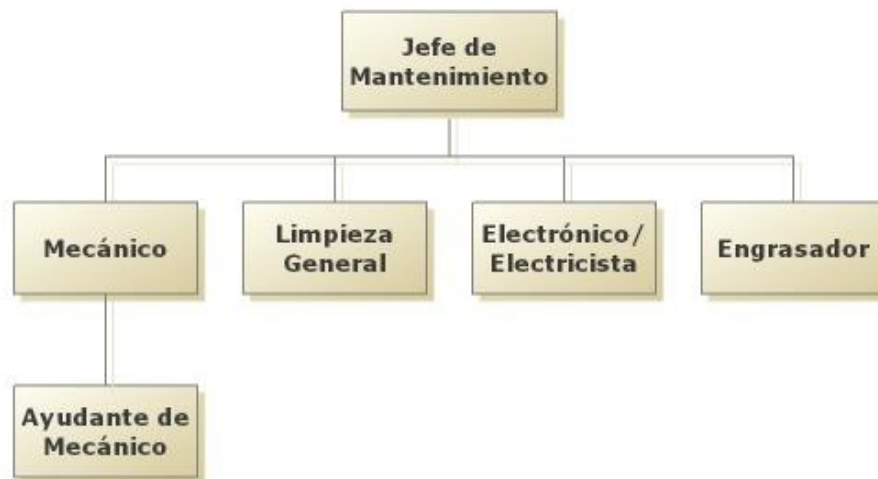
Se debe contar con un engrasador, el cual será encargado de engrasar la maquinaria y equipo. De igual forma se tiene que contar con un técnico eléctrico o electrónico, ya que la maquinaria cuenta con dispositivos relacionados al respecto, los cuales son críticos para un funcionamiento apropiado. Por último se debe contar con un trabajador encargado de la limpieza y el orden de las instalaciones donde se encuentran los equipos.

El Departamento debe estar integrado por:

- Un jefe de mantenimiento
- Un mecánico
- Un ayudante de mecánico
- Un electrónico o electricista
- Un engrasador de maquinaria
- Un encargado de la limpieza en general

A continuación se presenta el organigrama propuesto para el Departamento de Mantenimiento.

Figura 73. **Organigrama propuesto para el Departamento de Mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.2. Rutinas

Para un mejor control se debe tener un informe de rutinas realizadas, en el cual se mencione el tipo de rutina, ya sea diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral o anual. También debe llevar una breve descripción de la rutina como: observaciones, cambios o material utilizado. Por último se debe detallar el tiempo utilizado para realizar la rutina, el turno en el que se realiza y la fecha correspondiente con nombre y firma del encargado, dando como resultado los siguientes formatos.

Figura 74. Rutina diaria

**RUTINA DIARIA**

Fecha \_\_\_\_\_ Nombre completo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Acción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Estado y funcionamiento de manómetros, termómetros y presostatos							
Estado y limpieza del vidrio del nivel de agua							
Nivel de agua en el indicador							
Presión de agua de alimentación							
Temperatura del agua de alimentación (°C)							
Funcionamiento de la bomba de agua							
Realización de purga de acuerdo al programa de operación							
Flujo de generación de vapor							
Presión del vapor de trabajo (psi)							
Temperatura del vapor de operación							
Temperatura del condensado							
Funcionamiento del control del condensado							
Funcionamiento general del quemador							
Presión del combustible							
Funcionamiento automático de corte de combustible por bajo nivel							
Funcionamiento correcto de seguridad de la llama							
Temperatura de los gases de combustión por chimenea							
Tratamiento químico del agua de alimentación							

Fuente: elaboración propia.

Figura 75. Rutina semanal

**RUTINA SEMANAL**

Fecha \_\_\_\_\_ Nombre completo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Acción	Check	Comentario
Limpieza del tanque principal de agua		
Revisión de la secuencia de operación del sistema de distribución de agua		
Revisión del funcionamiento de bombas y motores para distribución de agua		
Niveles de operación en el control del nivel de agua		
Válvula de purga del nivel de agua		
Revisión de la línea de alimentación de combustible		
Limpieza de conductos de combustible		
Filtros de la línea de alimentación de combustible		
Fugas en el tanque de condensados		

Fuente: elaboración propia.

Figura 76. Rutina mensual

**RUTINA MENSUAL**

Fecha \_\_\_\_\_ Nombre completo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Acción	Check	Comentario
Limpieza de accesorios de tubería		
Limpieza del ventilador		
Limpieza de cápsulas de mercurio del McDonnell		
Limpieza de fotocelda		
Chequeo aisladores de electrodos de ignición		
Chequeo cables de ignición		
Chequeo tubo de nivel de agua		
Revisión del prensaestopas		
Revisión de boquillas del quemador		
Chequeo del quemador		
Chequeo combustión en el quemador		
Chequeo fugas de agua, vapor y gases de combustión		
Chequeo electrodos de ignición		
Chequeo válvulas en general		
Chequeo empaques y sellado hermético en el tanque de condensados		
Chequeo bridas y uniones en el sistema de tubería y accesorios del tanque de condensados		
Revisión del nivel de combustible en el tanque principal y tanque de diario		
Revisión del porcentaje de gas existente en el tanque		
Revisión de empaques de bomba de alimentación de agua a la caldera		
Revisión de iluminación en el cuarto de calderas		

Fuente: elaboración propia.

Figura 77. Rutina trimestral

**RUTINA TRIMESTRAL**

Fecha \_\_\_\_\_ Nombre completo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

<b>Acción</b>	<b>Check</b>	<b>Comentario</b>
Revisión de termostatos		
Revisión de válvula de seguridad		
Revisión aisladores de electrodos de ignición		
Limpieza del cuerpo del quemador		
Revisión del piloto de gas		
Revisión de terminales en el sistema eléctrico		
Limpieza en el control programador		
Control de presión de vapor		
Control en el cebado de bombas		
Chequeo de anclajes, juntas y cimentación de las bombas de alimentación de agua, distribución de combustible y alimentación a la caldera		

Fuente: elaboración propia.



Figura 78. Rutina semestral

**RUTINA SEMESTRAL**

Fecha \_\_\_\_\_ Nombre completo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Acción	Check	Comentario
Chequeo de fajas de transmisión en el sistema de combustible		
Alineación de motor y bomba del sistema de agua		
Limpieza del tanque de condensados		
Chequeo de válvulas solenoide		
Chequeo de temperatura de cojinetes de las bombas del sistema de alimentación de agua		
Lubricar cojinetes de bombas de agua		
Limpieza interior de la caldera del lado de agua		
Limpieza interior de la caldera del lado de fuego		
Chequeo de fajas de transmisión en el sistema de aire		
Limpieza de filtro de válvula de flotador		
Chequeo de conexiones de la línea de alimentación		
Revisión del material refractario		
Revisión de empaques en el cuerpo de la caldera		
Revisión de pernos y tuercas de puertas de la caldera		
Lubricación del motor ventilador		
Chequeo de temperatura de cojinetes en el sistema de aire		
Limpieza de filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación		

Fuente: elaboración propia.

Figura 79. Rutina anual

**RUTINA ANUAL**

Fecha \_\_\_\_\_ Nombre completo \_\_\_\_\_  
 Turno \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Acción	Check	Comentario
Alineación de motor y bomba en el sistema de combustible		
Revisión de la bomba de tanque principal a tanque de diario		
Chequeo vibración de motor y ventilador del sistema de aire		
Limpieza del flotador del control de nivel de agua		
Chequeo del diafragma del flotador		
Revisión del aislador térmico de tubería		
Chequeo de termómetros		
Chequeo de manómetros		
Revisión de columna del McDonnell		
Revisión del impulsor		
Revisión de fugas en tubos de la caldera		
Limpieza de platinos en el sistema eléctrico		
Limpieza de chimenea		

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.1.3. Programación**

La programación es la determinación de cuándo debe realizarse cada parte de la tarea planificada, teniendo en cuenta datos de producción, disponibilidad de material y mano de obra disponible, considerando como objetivo realizar el trabajo con la menor cantidad de interferencias.

La utilización de papelería en el mantenimiento es considerada como un factor necesario para obtener funcionamiento y control adecuado de las labores. Para llevar el control de los procesos de ejecución se debe generar información veraz y correctamente emitida, ya que de esa información se obtendrán informes, costos y corrección de errores en la maquinaria.

- Órdenes de trabajo y de servicio

Proporcionan la información de la realización de un trabajo o rutina de mantenimiento, aportando datos de los cuales se derivan las demandas de materiales, se emiten asignaciones de tareas e instrucciones de trabajo al personal y equipo.



Figura 81. Orden de servicio

**ORDEN DE SERVICIO**

DEPARTAMENTO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
 SECCIÓN \_\_\_\_\_ NOMBRE DEL EQUIPO \_\_\_\_\_  
 NUMERO DE ORDEN \_\_\_\_\_ NÚMERO DE MÁQUINA \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO SOLICITADO	RECOMENDACIONES

Cantidad	Materiales	Precio unitario	Monto
Total en materiales			

Firma de recibido \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

La programación de las operaciones necesarias para llevar a cabo el mantenimiento preventivo de las calderas se describe en la figura 82, la cual se encuentra dividida en las semanas que tiene un año.

Figura 82. Programación del mantenimiento de la caldera pirotubular

	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO							
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA							
NOMBRE DE LA OPERACIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 REVISIÓN FAJAS DE TRANSMISIÓN																												
2 ALINEACIÓN DE BOMBA DEL MOTOR																												
3 REVISIÓN DE BOMBA																												
4 REVISIÓN DE VALVULAS SOLENOIDES																												
5 LIMPIEZA DE MALLA VENTILADORA																												
6 LUBRICACIÓN DEL MOTOR VENTILADOR																												
7 TEMPERATURA DE COJINETES																												
8 CHEQUEO FAJAS DE TRANSMISIÓN																												
9 VIBRACIONES DEL MOTOR VENTILADOR																												
10 TUBO DE NIVEL																												
11 NIVELES DE OPERACIÓN																												
12 LIMPIEZA DEL FLOTADOR																												
13 DIAFRAGMA DEL FLOTADOR																												
14 COLUMNA MC DONELL																												
15 VALVULA DE PURGA DE NIVEL																												
16 REVISIÓN DE TERMINALES																												
17 LIMPIEZA DE PLATINOS																												
18 REVISIÓN DE FUSIBLES																												
19 LIMPIAR EL PROGRAMADOR																												
20 LIMPIAR EL PRESURESTOL																												
21 REVISAR CAPSULAS DE MERCURIO																												
22 REVISAR TERMOSTATOS Y CONTACTORES																												
23 REVISAR VALVULAS DE SEGURIDAD																												

Continuación de la figura 82.

	NOMBRE DE LA OPERACIÓN	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO							
		SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
24	REVISAR TERMÓMETROS																												
25	REVISAR VÁLVULAS EN GENERAL																												
26	REVISAR TRAMPA DE VAPOR DEL PRECALENTADOR																												
27	LIMPIEZA DE LA CHIMENEA																												
28	CHEQUEAR EL QUEMADOR																												
29	REVISIÓN DE BOQUILLAS																												
30	LIMPIAR EL QUEMADOR																												
31	LIMPIAR ELECTRODOS																												
32	REVISAR AISLADORES DE IGNICIÓN																												
33	REVISAR CABLES DE IGNICIÓN																												
34	REVISIÓN DE LA LLAMA PILOTO																												
35	REVISIÓN DE FOTOCELDA																												
36	REVISIÓN DE LA COMBUSTIÓN																												
37	LIMPIEZA DEL LADO DEL AGUA																												
38	LIMPIEZA DEL LADO DEL FUEGO																												
39	REVISIÓN DE FUGA EN LOS TUBOS DE FUEGO																												
40	REVISIÓN DE CONEXIONES Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN																												
41	REVISIÓN DEL MATERIAL REFRACTARIO																												
42	CAMBIO DE EMPAQUES																												
43	REVISIÓN DE TUERCAS Y PERNOS																												
44	REVISIÓN DE FUGAS DE AGUA O VAPOR																												
45	LIMPIEZA DE FILTROS DE ALIMENTACIÓN																												

Continuación de la figura 82.

	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE							
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA							
NOMBRE DE LA OPERACIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 REVISIÓN FAJAS DE TRANSMISIÓN																												
2 ALINEACIÓN DE BOMBA DEL MOTOR																												
3 REVISIÓN DE BOMBA																												
4 REVISIÓN DE VÁLVULAS SOLENOIDES																												
5 LIMPIEZA DE MALLA VENTILADORA																												
6 LUBRICACIÓN DEL MOTOR VENTILADOR																												
7 TEMPERATURA DE COJINETES																												
8 CHEQUEO FAJAS DE TRANSMISIÓN																												
9 VIBRACIONES DEL MOTOR VENTILADOR																												
10 TUBO DE NIVEL																												
11 NIVELES DE OPERACIÓN																												
12 LIMPIEZA DEL FLOTADOR																												
13 DIAFRAGMA DEL FLOTADOR																												
14 COLUMNA MC DONELL																												
15 VÁLVULA DE PURGA DE NIVEL																												
16 REVISIÓN DE TERMINALES																												
17 LIMPIEZA DE PLATINOS																												
18 REVISIÓN DE FUSIBLES																												
19 LIMPIAR EL PROGRAMADOR																												
20 LIMPIAR EL PRESURESTOL																												
21 REVISAR CÁPSULAS DE MERCURIO																												
22 REVISAR TERMOSTATOS Y CONTACTORES																												
23 REVISAR VÁLVULAS DE SEGURIDAD																												



Continuación de la figura 82.


	NOMBRE DE LA OPERACIÓN	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
24	REVISAR TERMOMETROS																								
25	REVISAR VALVULAS EN GENERAL																								
26	REVISAR TRAMPA DE VAPOR DEL PRECALENTADOR																								
27	LIMPIEZA DE LA CHIMENEA																								
28	CHEQUEAR EL QUEMADOR																								
29	REVISIÓN DE BOQUILLAS																								
30	LIMPIAR EL QUEMADOR																								
31	LIMPIAR ELECTRODOS																								
32	REVISAR AISLADORES DE IGNICIÓN																								
33	REVISAR CABLES DE IGNICIÓN																								
34	REVISIÓN DE LA LLAMA PILOTO																								
35	REVISIÓN DE FOTOCELDA																								
36	REVISIÓN DE LA COMBUSTIÓN																								
37	LIMPIEZA DEL LADO DEL AGUA																								
38	LIMPIEZA DEL LADO DEL FUEGO																								
39	REVISIÓN DE FUGA EN LOS TUBOS DE FUEGO																								
40	REVISIÓN DE CONEXIONES Y LÍNEA DE ALIMENTACIÓN																								
41	REVISIÓN DEL MATERIAL REFRACTARIO																								
42	CAMBIO DE EMPAQUES																								
43	REVISIÓN DE TUERCAS Y PERNOS																								
44	REVISIÓN DE FUGAS DE AGUA O VAPOR																								
45	LIMPIEZA DE FILTROS DE ALIMENTACIÓN																								

Fuente: elaboración propia.


### 3.2.1.4. Actividades básicas del Plan de Mantenimiento Preventivo

Para llevar a cabo correctamente las actividades de mantenimiento es necesario describirlos dando de esta manera facilidades para el trabajo del operario, como se expone a continuación. Todas las actividades van dirigidas al mecánico encargado de dar el mantenimiento a las calderas.


Figura 83. **Actividades mantenimiento preventivo calderas**

<p>MUNICIPALIDAD DE COBÁN CIUDAD IMPERIAL Ing. Leonel Chacón, Alcalde</p> 	<p>Página 1 de 3</p>
<p><b>Actividades básicas del plan de mantenimiento</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamiento del quemador: visualizando a través del ojo de vidrio de la caldera se comprueba si este está encendido; revisando así también el estado de las líneas de combustible.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de boquillas: se debe de desarmar la boquilla para ver su estado y limpiar el filtro con tinner.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del quemador: limpieza completa de las partes del quemador internas y externas con tinner.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de electrodos: desmontar y limpiar, observar que el aislante se encuentre en buenas condiciones.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión aisladores de ignición: evaluar el estado de las porcelanas, cambiarlas de ser necesario.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión cables de ignición: evaluar el estado de los cables de ignición midiendo la continuidad utilizando un milímetro.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión llama piloto: observar que no existan fugas y limpiar la salida de conducción; chequear que la presión del gas en el manómetro de la línea de conducción este entre 15 y 25 psi.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la fotocelda: revisar su correcto funcionamiento, observando si se desconecta el sistema eléctrico, desmontando tapando la fotocelda en pleno funcionamiento simulando la ausencia de la llama piloto.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la combustión: observar que la temperatura de la chimenea se encuentre en el rango de 250 a 300 grados centígrados, si es así es porque hay buena combustión.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza lado de agua: dejar que la caldera se enfríe y retirar toda el agua; quitar las tortugas o tapas, realizar la inspección respectiva y lavar con agua a presión, conectando una manguera a la bomba de alimentación por algún otro medio con suficiente presión para poder limpiar, tratando de evacuar todos los sólidos, lodos, incrustaciones, sedimentos y partículas sólidas que contenga.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de los registros y tortugas: Limpiar los registros y las tapas, cambiar empaques de ser necesario; chequear que las tortugas estén centradas en los registros para evitar fugas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de tubos de fuego: si se encuentran fugas en los tubos de fuegos es necesario cambiarlos.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del lado de fuego: desmontar el quemador, quitar los tornillos y las tapaderas, y con una varilla que contenga cerdas de acero en uno de sus extremos, limpiar todo el hollín.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de conexiones y línea de alimentación de agua: observar que las válvulas y tuberías estén en buen estado, y cambiarlas cuando presenten deterioro.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión material refractario: observar que el refractario de las puertas y las tapaderas estén en buen estado; si tienen grietas se procede a biselarlas profundamente a todo lo largo y rellenarlas con material.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de empaque: siempre que se destapen las puertas y tapaderas es necesario cambiarlos por nuevos.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de pernos y tuercas: aplicarles grafito para evitar que se peguen debido a la temperatura.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugas: después de la operación de la caldera asegurarse de que no existan fugas agua, vapor o gases de combustión.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de filtro de alimentación: desmontar los filtros en la línea de alimentación, para eliminar la suciedad que presente la malla.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de fajas de transmisión: revisar que tengan la tensión adecuada la que no debe de exceder de holgura de ¼".</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la alineación de bomba de motor: si se encontrara desalineada se deben desenroscar los tornillos de sujeción a la base y alinearla, luego apretar los tornillos.</li> </ul>	

Continuación de la figura 83.

<p>MUNICIPALIDAD DE COBÁN CIUDAD IMPERIAL Ing. Leonel Chacón, Alcalde</p> 	<p>Página 2 de 3</p>
<p><b>Actividades básicas del plan de mantenimiento</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de válvulas solenoides: desmontar la bobina, destapar el vástago, y luego eliminar la suciedad.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de malla del ventilador: revisar que no exista suciedad, que frene la succión del aire, limpiándola con tinner.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubricación de motor de ventilación: realizar el cambio de grasa y aceite, respectivamente.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de cojinete: comprobar la temperatura no sea muy elevada, esto puede derivar por mala de lubricación</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibraciones del motor ventilador: revisar que el motor se encuentre bien asegurado a la base y el castigador del ventilador esté atornillado correctamente.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del control de nivel de agua: revisar el nivel de agua para evitar que el panel de control emita una señal errónea.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo de nivel: revisar que no existan fugas en las tuercas del tubo, puede que sea necesario ajustarlas o cambiarle los empaques.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del flotador: limpiar el flotador y verificar que no existan picaduras.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de la columna de McDonnell: desmontar y limpiarlo internamente, para evitar que el flotador quede trabado.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar termostato y conectores: destapar y limpiar el interior.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar terminales: revisar que las conexiones que se encuentra en el panel de control de la caldera estén ajustadas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula de purga de nivel: al iniciar la jornada, cuando la caldera alcance la primera carga de vapor, abrir y cerrar la válvula de purga del tubo de nivel; luego abrir la válvula de purga de McDonnell. Cuando la bomba de agua empiece a funcionar, cerrarla; esperar que se constituya el nivel de agua y actuar de la misma forma con las válvulas de purga de superficie y de fondo; luego abrir la válvula principal de vapor.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de platinos: aplicarle líquido limpiador de contactos con un pedazo de tela fina.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar fusibles: revisar que estén apretados y limpiarlos, en caso de que no funcionen es necesario reemplazarlos por nuevos.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del programador: desmontarlo y ver que todas las terminales estén atornilladas y limpias; para la limpieza de los platinos del temporizador del programador, frotarlos suavemente con un pedazo de trapo y aplicarles líquido limpiador de platinos; al colocar el control programador, asegurarse de que quede bien sujeto para evitar falsos contactos y un mal funcionamiento de la caldera.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza del presurestol: desmontar y limpiar el interior con una brocha, observando que las cápsulas de mercurio no estén rajadas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar cápsulas de mercurio: limpiar el interior del cabezal con una brocha y ver que las cápsulas de mercurio no estén rajadas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manómetros: para revisión de los manómetros solo se puede realizar con un manómetro patrón, y ver si todavía coincide; de lo contrario es necesario cambiarlo.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de las válvulas de seguridad: accionar periódicamente las válvulas de seguridad, para evitar que los asientos se peguen.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termómetros: desmontar todos los termómetros, eliminar la suciedad del bulbo sensor y colocarlos de nuevo, aplicándoles teflón para evitar fugas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de válvulas en general: ver que no existan fugas en los vástagos de las válvulas de compuerta, de globo, de retención y ajustar adecuadamente el prensaestopas.</li> </ul>	

Continuación de la figura 83.

<p>MUNICIPALIDAD DE COBÁN CIUDAD IMPERIAL Ing. Leonel Chacón, Alcalde</p> 	<p>Página 3 de 3</p>
<p><b>Actividades básicas del plan de mantenimiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión de la trampa de vapor de precalentador de combustible: desmontar y eliminar la suciedad que tenga.</li><li>• Limpieza de la chimenea: limpiar la chimenea en la parte interior para evitar posibles acumulaciones de hollín y revisar que no existan filtraciones de agua.</li></ul>	

Fuente: elaboración propia.



## **4. CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DE RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS DOMICILIARES**

La fase de enseñanza–aprendizaje se centró en cumplir el objetivo de capacitar al personal encargado de la recolección de desechos, en temas relacionados con los beneficios de la utilización de equipo de protección personal y el correcto manejo de levantamiento de cargas. En este capítulo se describe el proceso para cumplir tal objetivo, abarcando la planificación, programación, metodología de trabajo y evaluación.

### **4.1. Planificación**

Este inciso incluye el diseño de las bases para definir las especificaciones de la capacitación tales como: los alcances deseados, el contenido a impartir y el personal objeto de la actividad.

#### **4.1.1. Objetivos**

- Proveer información clara, concisa y utilizable para el desempeño de las labores del personal.
- Que los participantes comprendan la importancia de la protección personal durante el desempeño de sus labores y que se le provea del equipo respectivo.
- Que el personal ponga en práctica el correcto procedimiento para el levantamiento de cargas, con el fin de protegerse de lesiones.

#### **4.1.2. Definición del contenido a impartir**

Identificación de las necesidades de capacitación: La identificación se realizó por medio de entrevistas a los dueños de las empresas privadas de recolección de desechos, los cuales manifestaron los siguientes temas:

- Tipos de equipo de protección personal
- Manejo y levantamiento manual de cargas

En cuanto al primer tema se incluyó una perspectiva general hasta llegar a lo específico. Se enfatizó en los beneficios de la utilización del equipo en el cumplimiento de otras tareas de riesgo, además de la recolección de desechos.

##### Aspectos incluidos

- Qué es el equipo de protección personal
- Responsabilidades del patrono
- Responsabilidades del empleado
- Selección del equipo de protección personal
- Protección contra caídas y tipos de equipo
- Protección respiratoria y tipos de equipo
- Protección para el cráneo y tipos de equipo
- Protección para el cuerpo y tipos de equipo
- Protección para ojos/cara y tipos de equipo
- Protección auditiva y tipos de equipo
- Protección para las manos y tipos de equipo
- Protección para los pies y tipos de equipo
- Equipo de protección para recolección de desechos
- Cascos tipo I

- Guantes de caucho
- Chaleco de alta visibilidad
- Botas con suela de hule
- Overol de manga larga

Para el correcto manejo manual de cargas se abarcaron los siguientes temas:

- Consecuencias del mal manejo de cargas
- Comportamiento de la columna vertebral
- Mecánica de palancas en el cuerpo
- Observaciones para el prelevantamiento de cargas
- Postura adecuada para el levantamiento
- Distribución razonable de la carga en el cuerpo
- Alternativas para cargas muy grandes

También se expusieron diferentes recomendaciones para los conductores de los camiones de recolección de desechos como:

- Reducir la velocidad al llegar a un cruce
- Respetar las señales de tránsito
- No practicar actos inseguros
- Utilización de luces cuando sea necesario
- No ingerir bebidas alcohólicas en horas de trabajo, ni previas al mismo



#### 4.1.3. Definición del personal a participar

La convocatoria se hizo a todos los recolectores de desechos sólidos de las tres empresas, considerando que los temas son de ayuda para que los empleados reduzcan los riesgos de lesión en la realización de las actividades diarias, teniendo en cuenta también que la municipalidad, como ente regulador del servicio, no debe excluir a ninguna empresa. Sin embargo, únicamente se contó con la asistencia de una de ellas.

#### 4.2. Programación

Nombre del curso: Equipo de protección personal y Manipulación correcta de cargas
Institución: Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz
Responsable: Lic. Selvin Bejar
Destinatarios: Personal operativo para la recolección de desechos sólidos domiciliarios.

Especificaciones		
Fecha: martes 22 de octubre de 2013	Horario: 13:00 a 17:00 horas Cantidad horas: 4	Lugar: Sala del Concejo Municipal, en la Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz.
Objetivo: dar a conocer los diferentes equipos de protección personal, su uso y el correcto manejo y levantamiento para la manipulación de cargas para la prevención de lesiones.		Metodología: mediante una exposición dialogada con retroalimentación de del personal operativo de la recolección.

Materiales	
Audiovisuales: cañonera y laptop con la presentación y videos correspondientes del material a impartir.	Impresos: listado de asistencia y participación.

Evaluación: por medio de formato establecido.
---

#### 4.2.1. Fecha y horario

La capacitación se realizó el 22 de septiembre de 2013, de 15:00 a 17:30 horas en el salón del Concejo Municipal.

Tabla XXIX. Planificación de la capacitación

Tema	Modalidad de la capacitación	Duración	Fecha	Hora de Inicio	Lugar
Equipo de protección personal	Presencial	2 horas	22/09/2013	13:00	Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz
Manipulación correcta de cargas	Presencial	2 horas	22/09/2013	15:00	Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Metodología de trabajo

Para poder impartir el material correspondiente se debe de escoger la forma adecuada para transmitir lo mejor posible los conocimientos necesarios para el receptor, según la identificación de los temas de mayor importancia.

##### 4.3.1. Capacitación tipo exposición

La metodología utilizada para impartir la actividad fue a través de una exposición dialogada, con la participación de diez personas, incluido el propietario de la empresa.

Figura 84. **Capacitación acerca del equipo de protección personal y correcto levantamiento de cargas**



Fuente: salón del Concejo Municipal, Municipalidad de Cobán, Alta Verapaz.

La exposición fue de carácter coloquial, con el propósito de transmitir los contenidos asegurando la comprensión de los mismos, teniendo en cuenta que el auditorio poseía un nivel variable de conocimientos y de educación formal.

#### 4.4. Evaluación

La evaluación se llevó a cabo al finalizar la capacitación distribuyendo una boleta de encuesta, la cual se presenta en la figura 85.

Figura 85. **Boleta de evaluación**



#### Evaluación de la capacitación

Lea las preguntas y marque con una "X" la respuesta que considere más adecuada.



		Deficiente	Aceptable	Buena
1	La organización de la actividad fue			
2	El aprovechamiento del tiempo fue			
3	La forma de presentar el contenido fue			
4	La cantidad de material usado fue			
5	El contenido de la actividad fue			
6	La importancia que se le dio al tema fue			
7	El dominio del tema por parte del conferencista fue			
8	La calidad de discusión – interacción fue			

		Si	No
9	Esta actividad ha logrado los objetivos preestablecidos		
10	La actividad cumplió con lo esperado		
11	La actividad le brindó herramientas para su vida personal y laboral		
12	Le gustaría recibir más capacitación sobre este tema		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXIX se presentan los resultados obtenidos en la primera sección de la boleta anteriormente mencionada; en la misma se califican ocho aspectos desde muy deficiente hasta excelente.

Tabla XXX. **Primera sección de evaluación de la capacitación**

	Capacitación	Deficiente	Aceptable	Buena
1	EPP	0%	75%	25%
	Manejo de cargas	0%	67%	33%
2	EPP	0%	58%	42%
	Manejo de cargas	0%	67%	33%
3	EPP	0%	75%	25%
	Manejo de cargas	0%	58%	42%
4	EPP	0%	75%	25%
	Manejo de cargas	0%	83%	17%
5	EPP	0%	75%	25%
	Manejo de cargas	0%	92%	8%
6	EPP	0%	67%	33%
	Manejo de cargas	0%	75%	25%
7	EPP	0%	83%	17%
	Manejo de cargas	0%	75%	25%
8	EPP	0%	67%	33%
	Manejo de cargas	0%	58%	42%

Fuente: elaboración propia.

La segunda sección consta de cuatro preguntas con respuesta dicotómica, los resultados se presentan en la tabla XXX.

Tabla XXXI. **Segunda sección de evaluación de la capacitación**

	Capacitación	SI	NO
<b>9</b>	EPP	100%	0%
	Manejo de cargas	100%	0%
<b>10</b>	EPP	100%	0%
	Manejo de cargas	100%	0%
<b>11</b>	EPP	100%	0%
	Manejo de cargas	100%	0%
<b>12</b>	EPP	100%	0%
	Manejo de cargas	100%	0%

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Se diseñaron los lineamientos para mejorar la recolección de desechos sólidos domiciliarios, con el propósito de reducir el impacto ambiental derivado de una baja cobertura y logística no integral del servicio.
2. Se ejecutó la encuesta como herramienta para proveer mayor información, revelando la percepción del usuario respecto al servicio y deduciendo el porcentaje de participación por empresa en la cobertura.
3. A través del trabajo de campo se observaron las deficiencias del servicio, tales como la poca cobertura, inexistente coordinación entre empresas, duplicidad de esfuerzos.
4. Se establecieron parámetros de operación para mejorar el servicio como: el transporte, necesario para una cobertura completa del casco urbano, además, la planificación, programación, disposición final de los desechos e información dirigida al usuario para la clasificación de la basura.
5. Se presentó la sectorización de zonas, designando la cobertura específica para cada empresa, con el objetivo de eliminar la duplicidad de esfuerzos y combinar los recursos existentes mejorando el nivel de cobertura.
6. Se hizo el análisis de costos como evaluación de la gestión necesaria en caso la Municipalidad administrara el proceso de recolección de desechos domiciliarios.



7. Se documentaron los riesgos a los que se ve sometido el personal cuando no utiliza equipo de protección lo cual demanda la intervención de las empresas para proveerlo.
8. Se capacitó a los empleados encargados de la recolección de desechos en los temas relacionados con equipo de protección personal y el correcto levantamiento de cargas, para concientizarlos respecto a cuidar su integridad física; y hacerles ver que el desempeño de su trabajo es importante.
9. Se diseñó la guía de rutinas de mantenimiento preventivo para las calderas del Hospital Regional de Cobán, definiendo la parafernalia que demanda su implementación.

## RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad debe de revisar el proceso actual del servicio de recolección de desechos sólidos, delineando acciones para reorientarlo con base en el beneficio que representará para la conservación del ambiente y la salud de la población.
2. La Municipalidad debe de implementar actividades de información, educación y comunicación que contribuyan a concientizar a la población respecto a su papel en la conservación del medio ambiente, a través de buenas prácticas en la eliminación de desechos y la clasificación de los mismos.
3. La Municipalidad debe de coordinar acciones con instituciones públicas y privadas relacionadas con la conservación del ambiente, además de la propia población, para maximizar recursos unificando esfuerzos.
4. La dirección del Hospital Regional de Cobán debe de concientizar a los responsables del equipo y maquinaria al respecto de los beneficios del mantenimiento preventivo.
5. La dirección del Hospital Regional de Cobán debe destinar recurso humano y financiero para invertir en el mantenimiento preventivo de las calderas del hospital.

6. El hospital debe reparar urgentemente la caldera que está dañada, pues la producción de vapor es indispensable en la operación del establecimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. COCHRAN, William G. *Técnicas de muestreo*. 6a ed. México: Continental, 1991. 513 p.
2. HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *Manual handling operations regulations*. Londres, Inglaterra: HMSO, 1992, 16 p.
3. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 5a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 613 p.
4. HUERTA, Eduardo. *GPS, posicionamiento satelital*. Argentina: Universidad Nacional de Rosario, 2005. 148 p.
5. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *Estimaciones de la población total por municipio, período 2008-2020*. [en línea]. [www.ine.gob.gt/np/poblacion/Municipios2008'2020.xls](http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/Municipios2008'2020.xls). [Consulta: 19 de abril de 2013.]
6. MUNICIPALIDAD DE COBÁN, ALTA VERAPAZ. *Información pública de oficio*. [en línea]. [www.coban.com.gt/index.php/institucional/areas/informacion/407-mision-objetivos-poa](http://www.coban.com.gt/index.php/institucional/areas/informacion/407-mision-objetivos-poa). [Consulta: 1 de abril de 2013.]

7. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *Recolección de residuos sólidos. Área de residuos sólidos*. Washington, DC: OPS, 1980, 16 p.
8. WACKERLY, Dennis D. *Estadística matemática con aplicaciones*. 7a ed. México: Cengage Learning, 2010. 913 p.

## **ANEXOS**

### **Anexo A      Leyes ambientales de Guatemala**

#### **Constitución Política de la República de Guatemala**

**Artículo 64.-** Patrimonio natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

**Artículo 93.-** Derecho a la salud. El goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna.

**Artículo 95.-** La salud, bien público. La salud de los habitantes de la Nación es un bien público. Todas las personas e instituciones están obligadas a velar por su conservación y restablecimiento.

**Artículo 96.-** Control de calidad de productos. El Estado controlará la calidad de los productos alimenticios, farmacéuticos, químicos y de todos aquéllos que puedan afectar la salud y bienestar de los habitantes. Velará por el establecimiento y programación de la atención primaria de la salud, y por el mejoramiento de las condiciones de saneamiento ambiental básico de las comunidades menos protegidas.

**Artículo 97.-** Medio ambiente y equilibrio ecológico. 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. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

**Artículo 119.-** Obligaciones del Estado. Son obligaciones fundamentales del Estado: c. Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente.

**Artículo 126.-** Reforestación. Se declara de urgencia nacional y de interés social, la reforestación del país y la conservación de los bosques. La ley determinará la forma y requisitos para la explotación racional de los recursos forestales y su renovación, incluyendo las resinas, gomas, productos vegetales silvestres no cultivados y demás productos similares, y fomentará su industrialización. La explotación de todos estos recursos, corresponderá exclusivamente a personas guatemaltecos, individuales o jurídicas. Los bosques y la vegetación en las riberas de los ríos y lagos, y en las cercanías de las fuentes de aguas, gozarán de especial protección.

**Artículo 128.-** Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos. El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicios de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso.

**Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente**  
**Decreto No. 68-86 Congreso de la República de Guatemala**

**Artículo 1.-** El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propician el desarrollo social económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación el medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

**Artículo 2.-** La aplicación de esta ley y sus reglamentos compete al Organismo Ejecutivo por medio de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, cuya creación, organización, funciones y atribuciones establece la presente ley.

**Artículo 12.-** Son objetivos específicos de la ley los siguientes:

- a) La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos y la duración del medio ambiente en general.
- b) La prevención, regulación y control de cualesquiera de las actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos y excepcionalmente, la prohibición en casos que asisten la calidad de vida y el bien común calificadas así, previo dictámenes científicos y técnicos emitidos por organismos coherentes.



- c) Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la ocupación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.
- d) El diseño de la política ambiental y coadyuvar en la ocupación del espacio.
- e) La creación de toda clase de incentivos y estimulación para fomentar programas.
- f) Iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente; El uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos.
- g) La promoción de tecnología apropiada y aprovechamiento de fuentes limpias para la obtención de energía.
- h) Salvar y curar aquellos cuerpos de agua que estén amenazados o en grave peligro de extinción.
- i) Cualesquiera otras actividades que se consideren necesarias para el logro de esta ley.

## **Ley de áreas protegidas Decreto No. 4-89**

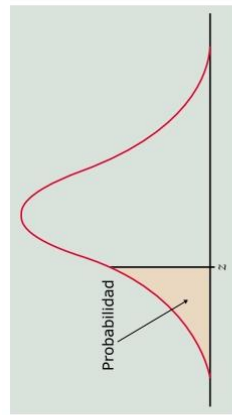
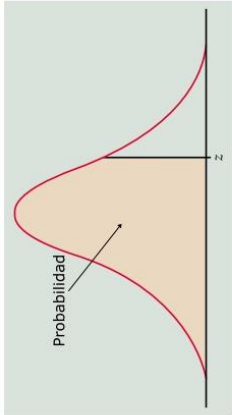
**Artículo 1.-** Interés Nacional. La diversidad biológica, es parte integral del patrimonio natural de los guatemaltecos y por lo tanto, se declara de interés nacional su conservación por medio de áreas protegidas debidamente declaradas y administradas.

**Artículo 2.-** Creación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Se crea el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) integrado por todas las áreas protegidas y entidades que la administran cuya organización y características establece esta ley, a fin de lograr los objetivos de la misma en pro de la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país y la diversidad biológica.

**Artículo 3.-** Educación Ambiental. Se considera factor fundamental para el logro de los objetivos de esta ley, la participación activa de todos los habitantes del país en esta empresa nacional, para lo cual es indispensable el desarrollo de programas educativos, formales e informales, que tiendan al reconocimiento, conservación y uso apropiado del patrimonio natural de Guatemala.

Fuente: <http://www.sifgua.org.gt/Documentos/Legislacion/Areas%20Protegidas.pdf>. Consulta: 1 de abril 2013.

## Anexo B: TABLA PARA EL CÁLCULO DEL ÁREA BAJO LA CURVA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL



**TABLA A: Probabilidades de la normal estándar (cont.)**

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8868	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9924	.9926	.9928	.9929	.9931	.9933	.9935
2.5	.9936	.9938	.9939	.9941	.9942	.9944	.9945	.9946	.9947	.9948
2.6	.9949	.9950	.9951	.9952	.9953	.9954	.9955	.9956	.9957	.9958
2.7	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964	.9965	.9966	.9967	.9968
2.8	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974	.9975	.9976	.9977	.9978
2.9	.9979	.9980	.9981	.9982	.9983	.9984	.9985	.9986	.9987	.9988
3.0	.9989	.9990	.9991	.9992	.9993	.9994	.9995	.9996	.9997	.9998
3.1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.2	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.3	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.4	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.5	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.6	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.7	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.8	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
3.9	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
4.0	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999

Fuente: JOHNSON, Richard A. *Probabilidad y estadística para ingenieros*. 8ª ed. México: Pearson, 2012. 630 p.

## Anexo C Encuesta utilizada

1ª Calle 1-11, Zona 1,  
Cobán, Alta Verapaz.  
Tel: 79553232

**MUNICIPALIDAD DE COBÁN**  
**CIUDAD IMPERIAL**  
Ing. Leonel Chacón, Alcalde  
*¡El Cambio se está viviendo con Leonel Chacón!*



### Encuesta: recolección de desechos sólidos domiciliarios 2013

\*Seleccionar con una equis la respuesta del entrevistado.

Utilización del servicio de recolección: S  N

Empresa recolectora: Sol  Marconi  Servinorte

Hora de atención: 06:00  07:00  08:00  09:00   
10:00  11:00  12:00

Días de atención:

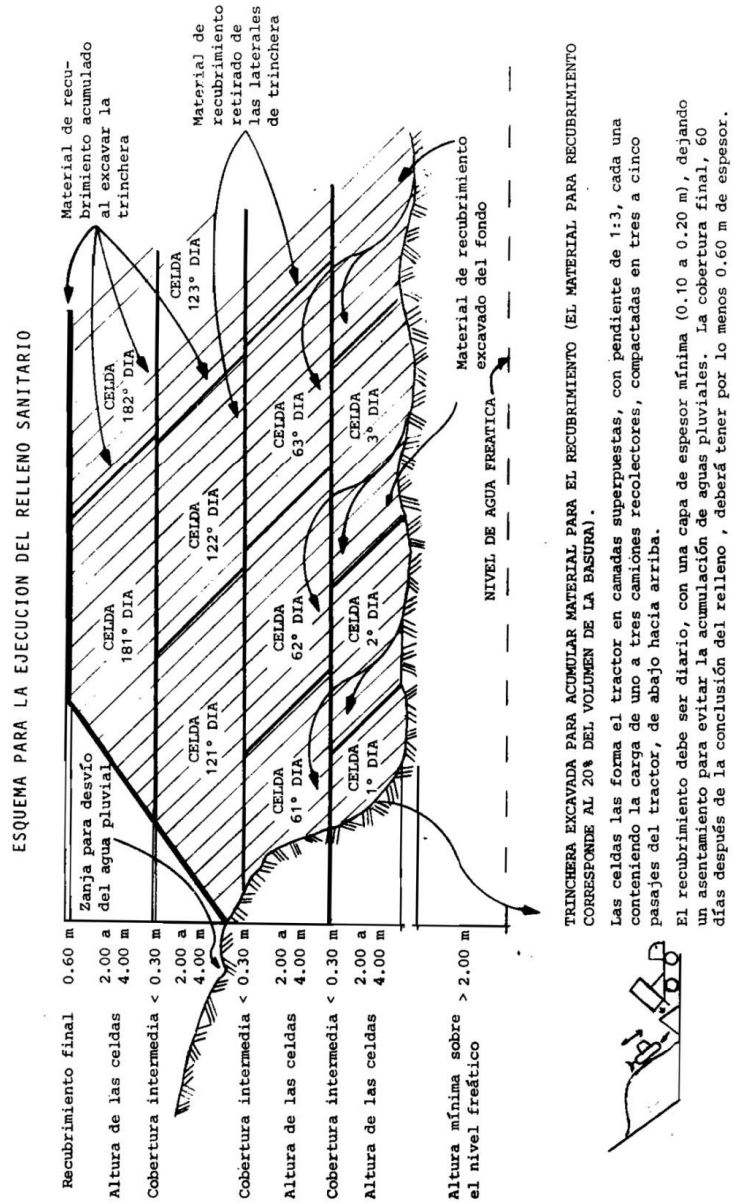
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Lunes							
Martes							
Miércoles							
Jueves							
Viernes							
Sábado							
Domingo							

Calidad del servicio: Buena  Regular  Mala

Percepción de la tarifa: Alta  Normal  Baja

Fuente: elaboración propia.

## Anexo D Esquema para la ejecución del relleno sanitario



Fuente: JARAMILLO, Jorge. *Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 169 p.

## Anexo E Especificaciones del tractor D6T

### Motor

Motor Cat C9 con tecnología ACERT

#### Estándar

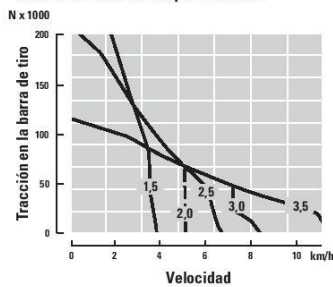
Potencia bruta (J1995)	159 kW/216 hp
Potencia neta a 1.850 rev/min	
ISO 9249	138 kW/188 hp
80/1269/CEE	138 kW/188 hp
Diámetro interior	112 mm
Carrera	149 mm
Cilindrada	8,8 litros

#### XL/XW/LGP

Potencia bruta (J1995)	170 kW/231 hp
Potencia neta a 1.850 rev/min	
ISO 9249	149 kW/203 hp
80/1269/CEE	149 kW/203 hp
Diámetro interior	112 mm
Carrera	149 mm
Cilindrada	8,8 litros

- Todas las potencias del motor (hp), incluidas las de la portada de este catálogo, están expresadas en unidades métricas.
- La potencia neta indicada es la potencia disponible en el volante del cigüeñal cuando el motor está equipado con ventilador, filtro de aire, silenciador de escape y alternador.
- El motor mantiene la potencia hasta 2.300 metros de altitud, y a partir de esta altitud la potencia se reduce automáticamente.
- Altitud máxima de 3.000 metros

#### Tracción en la barra de tiro frente a la velocidad de desplazamiento



### Frenos

ISO 10265 MARCH99

### Capacidades

	Litros
Depósito de combustible	424
Sistema de refrigeración	76,8
Cárter motor	28,0
Tren de potencia	145,7
Mandos finales (cada uno)	13,6
Bastidores de rodillos (cada uno)	24,6
Depósito hidráulico	51,5
Compartimento del eje articulado	1,9

### Controles hidráulicos

#### Bomba

Capacidad	69 bares
Régimen nominal del motor	
Implemento	1.965 rev/min
Dirección	2.625 rev/min

#### Caudal de las bombas

Implemento	189 L/min
Dirección	179 L/min

#### Caudal de cilindros

Elevación	189 L/min
Inclinación	80 L/min
Ripper	189 L/min
	170 L/min

#### Ajustes de la válvula de alivio principal

Ajuste de la presión	
Implementar	217 bares
VPAT angulable	244 bares
Dirección	417 bares

#### Presión de trabajo máxima

Hoja de empuje	
Elevación	193 bares
Inclinación	193 bares
Ripper	193 bares

#### Máxima presión de funcionamiento de la VPAT

Hoja de empuje	
Elevación	216 bares
Inclinación	216 bares
Ángulo	216 bares
Ripper	193 bares

### Cabrestante

Cabrestante	PA 56
Masa	1.179 kg
Longitud de soporte	1.210 mm
Longitud del bastidor	1.210 mm
Anchura del bastidor	975 mm
Longitud incrementada del tractor	
Estándar	517 mm
XL/XW	517 mm
LGP	397 mm
Diámetro de la brida	504 mm
Tambor	
Ancho	330 mm
Diámetro	254 mm
Capacidad – 22 mm	88.000 mm
Capacidad – 25 mm	67.000 mm
Capacidad – 29 mm	67.000 mm
Tamaño del anillo de refuerzo (D.E. x Longitud)	54 x 67 mm
Capacidad de aceite	67 litros

### Transmisión

	5 velocidades	3 velocidades	
Marcha adelante			km/h
1,5	1		3,8
2,0			5,2
2,5	2		6,6
3,0			8,5
3,5	3		11,4
Marcha atrás			
1,5	1		4,8
2,0			6,6
2,5	2		8,4
3,0			10,9
3,5	3		14,6

### ROPS/FOPS

- La ROPS (Estructura de Protección Antivuelco) cumple con los criterios ROPS de ISO 3471-1994.
- La FOPS (Estructura de Protección contra la Caída de Objetos) cumple con el Nivel II de la ISO 3449-1992.



## Ripper

Tipo	Paralelogramo fijo
Número de alojamientos para dientes	3
Anchura total del bastidor	2.202 mm
Sección transversal del bastidor	216 x 254 mm
Altura libre máxima con el ripper levantado (bajo la punta, con el ripper embulonado en el orificio inferior)	511 mm
Penetración máxima	500 mm
Fuerza de penetración máxima	66 kN
Fuerza de palanca	91 kN
Masa con un diente	1.634 kg
cada diente adicional	74 kg

## Ruido

- El nivel de ruido en el interior de la cabina, instalada en fábrica y mantenida correctamente con las puertas y ventanas cerradas, según especifica la Norma ISO 6396:1992, es de 80 dB(A).
- El nivel de ruido exterior, medido según los procedimientos de prueba y condiciones especificados en la Directiva 2000/14/CE, es de 111 dB(A).

## Masas

	Masa en orden de trabajo kg	Masa de embarque kg		Masa en orden de trabajo kg	Masa de embarque kg
STD A	18 737	14 776	XW SU	20 739	17 432
STD SU	18 393	14 776	XW VPAT	21 444	17 784
XL A	20 319	16 771	LGP S	21 783	18 915
XL SU	20 148	16 771	LGP VPAT	23 119	19 113
XL VPAT	21 178	17 246			

- La masa en orden de trabajo incluye los lubricantes, el depósito de combustible lleno, las cadenas estándar, la cabina, los controles hidráulicos, la barra de tiro y el operador.
- La masa de embarque incluye los lubricantes, el refrigerante, la cabina, los controles hidráulicos, las cadenas estándar y un 10% de la capacidad de combustible.

## Especificaciones de la hoja de empuje

		S STD	S LGP	SU STD	SU XL	SU XW	A*** STD	A*** LGP	A*** XL	VPAT XL	VPAT XW	VPAT LGP
Capacidad de la hoja de empuje	m <sup>3</sup>	3,89	3,75	5,61	5,61	5,62	3,93	5,22	3,93	4,73	5,10	4,32
Anchura de la hoja	mm	3360	4063	3260	3260	3556	4166	5070	4165	3880	4160	4160
Altura	mm	1257	1101	1412	1412	1412	1155	1134	1155	1295	1295	1191
Profundidad de excavación	mm	473	655	473	459	459	506	828	524	737	737	672
Altura libre sobre el suelo	mm	1104	1083	1104	1195	1195	1142	1088	1205	1174	1174	1230
Inclinación lateral máxima	mm	765	701	743	743	743	408	476	408	440	460	502
Masa*	kg	2599	2836	2699	2973	2949	3050	3430	3150	3560	3650	3620
Masa**	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	1593	1681	1591

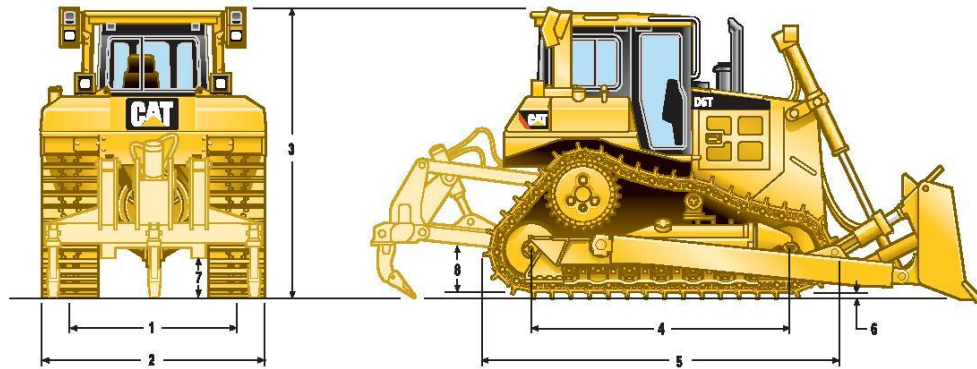
\* Incluye brazos de empuje, cilindros de inclinación de la hoja, cuchillas de ataque y componentes de tornillería diversa

\*\* Hoja VPTA únicamente

\*\*\* Las hojas de empuje angulares incluyen dos cilindros de inclinación.

## Dimensiones

(aproximadas)



		STD	XL	XL VPAT	XW	XW VPAT	LGP S	LGP VPAT
<b>1</b>	Ancho de vía	mm	1880	1880	2134	2032	2286	2286
<b>2</b>	Anchura del tractor							
	Sobre los muñones	mm	2640	2640	–	2950	–	3428
	Sin muñones (cadena estándar)	mm	2440	2440	2692	2794	2997	3193
<b>3</b>	Altura de la máquina desde la punta de la garra:							
	Tubo de escape	mm	3143	3143	3143	3143	3193	3193
	ROPS	mm	3195	3195	3195	3195	3245	3245
<b>4</b>	Longitud de la cadena sobre el suelo	mm	2664	2871	2871	2871	2871	3275
<b>5</b>	Longitud de un tractor básico	mm	3860	3860	3860	3860	4247	4247
	Con los siguientes implementos añadidos:							
	Barra de tiro	mm	217	217	217	217	251	251
	Ripper de dientes múltiples (punta a ras de suelo)	mm	1403	1403	1403	1403	–	–
	Cabrestante	mm	517	517	517	517	397	397
	Hoja de empuje U	mm	1043	–	–	–	1218	–
	Hoja de empuje SU	mm	1235	1472	–	1472	–	–
	Hoja de empuje angulable	mm	1147	1349	–	–	–	–
	Hoja VPAT	mm	–	–	1412	–	1524	–
<b>6</b>	Altura de la garra	mm	65	65	65	65	65	65
<b>7</b>	Altura libre sobre el suelo	mm	383	383	383	383	433	433
	Ángulo de la cadena	mm	203	203	203	203	203	203
	Número de zapatas por lado		39	41	41	41	41	45
	Número de rodillos por lado		6	7	7	7	7	8
	Zapata estándar	mm	560	560	560	760	710	915
	Zona de contacto con el suelo (cadena estándar)	m <sup>2</sup>	2,98	3,22	3,22	4,36	4,08	5,99
	Presión sobre el suelo*	bar	0,61	0,62	0,66	0,47	0,52	0,36
<b>8</b>	Altura de la barra de tiro	mm	576	576	576	576	576	626
	Desde la zapata apoyada en el suelo	mm	511	511	511	511	511	561

\* Estándar, XL, XW con hoja SU, sin implementos traseros a menos que se especifique de otro modo.

Fuente: *Manual de especificaciones para tractor CAT D6*, [en línea]

[http://pdf.cat.com/cda/files/2500335/7/Med%20TTT\\_How%20to%20Build.pdf](http://pdf.cat.com/cda/files/2500335/7/Med%20TTT_How%20to%20Build.pdf). [Consulta: 20 de mayo de 2013.]