



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

**DISEÑO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN
NUEVO ECOMATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN
DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

Luis Humberto Aguilar Pelicó

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN
NUEVO ECOMATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN
DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS HUMBERTO AGUILAR PELICÓ
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayora
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

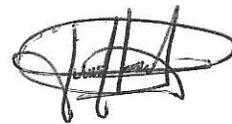
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN
NUEVO ECOMATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN
DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 20 mayo del 2013.



Luis Humberto Aguilar Pelicó



Guatemala, 11 de julio de 2014.
REF.EPS.DOC.739.07.14.

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 Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Luis Humberto Aguilar Pelicó**, Carné No. **200413079** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN NUEVO ECO MATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

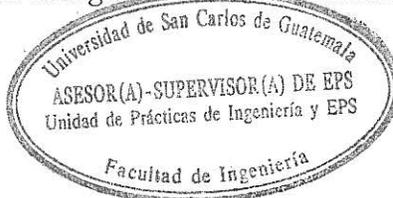
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigríd Alíza Calderón de León

Asesora-Supervisora de EPS

Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 11 de julio de 2014.
REF.EPS.D.359.07.14

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 TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN NUEVO ECO MATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Humberto Aguilar Pelicó** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora 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

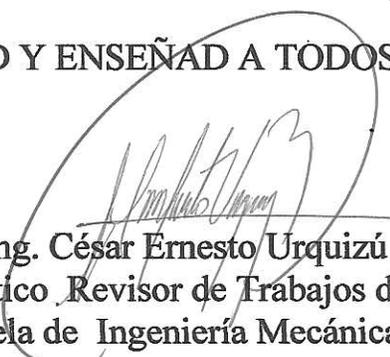


SJRS/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN NUEVO ECOMATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante universitario **Luis Humberto Aguilar Pelicó**, 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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.152.014

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 TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN NUEVO ECOMATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante universitario **Luis Humberto Aguilar Pelicó**, 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



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 TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN NUEVO ECOMATERIAL EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA, SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD, FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Humberto Aguilar Pelicó** 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, agosto de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	A Dios como ser supremo y creador de todo, por haberme dado la inteligencia, paciencia y ser guía en mi vida.
Mis abuelos	Francisco Isaac Aguilar y María Xiloj (q.e.p.d.).
Mis padres	Saturnino Aguilar y Marcela Pelicó, por haberme concebido la vida.
Mis hermanos	Por su apoyo, los consejos y buenos deseos.
Mis sobrinos	Stephany Maribel, Angela Janeth, Henri Faustino, Marlon Estuardo Cortez Aguilar; César Augusto, Keila Rosmery Aguilar; Janderi Kristina, Víctor Hugo Aguilar López; Osbel Saturnino y Jocelyn Aguilar.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por llenar de bendiciones mi vida y permitirme llegar a concluir mi carrera universitaria.
- Ingeniero** Ing. Oswin Melgar, por el apoyo en todo momento, por ser ejemplo de vida dedicado a su labor y amor a su profesión.
- Mi asesora** Inga. Sigrid Alitza Calderón de León, por su paciencia y ayuda para terminar este trabajo, de corazón le digo muchas gracias.
- Mi hermana** Maximiliana Aguilar Pelicó, por ser mi segunda madre, por el apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por estar siempre pendiente de mí, por ese don de servicio hacia a los demás.
- Mi amigo** Sony Archer de la Vega, por su ayuda a lo largo de mi carrera, por brindarme su amistad y compañerismo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ANTECEDENTES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.....	1
1.1. Datos generales.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Antecedentes.....	2
1.1.3. Objetivos.....	4
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Misión.....	5
1.1.6. Políticas.....	5
1.1.7. Funciones.....	6
1.1.8. Recursos.....	7
1.1.9. Estructura organizacional.....	9
1.1.10. Organigrama.....	11
1.2. Sección de Gestión de la Calidad.....	13
1.2.1. Ubicación.....	13
1.2.2. Antecedentes.....	14
1.2.3. Objetivos.....	15
1.2.4. Misión.....	16

1.2.5.	Visión	16
1.2.6.	Políticas.....	16
1.2.7.	Estructura organizacional	17
1.2.8.	Organigrama	20
2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL, DISEÑO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN NUEVO ECOMATERIAL.....	21
2.1.	Situación actual de la Sección de Gestion de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería	21
2.1.1.	Análisis FODA	21
2.1.2.	Matriz FODA.....	22
2.1.3.	Diagrama de Causa y Efecto.....	23
2.1.4.	Personal	24
2.1.5.	Instalaciones	25
2.1.6.	Maquinaria y equipos	29
2.2.	Materia prima	32
2.2.1.	Polímeros	33
2.2.2.	Plásticos	33
2.2.3.	Características de los plásticos	33
2.2.4.	Tipos de plásticos	34
2.2.4.1.	Termoplásticos	34
2.2.4.2.	Termoestables.....	34
2.2.5.	Categorías del plástico	34
2.2.5.1.	Polietileno tereftalato (PET)	35
2.2.5.2.	Polietileno de alta densidad (PEAD) ...	36
2.2.5.3.	Policloruro de vinilo (PVC)	36
2.2.5.4.	Polietileno de baja densidad (PEBD) ..	37
2.2.5.5.	Polipropileno (PP).....	38

	2.2.5.6.	Poliestireno (PS)	38
	2.2.5.7.	Otros tipos de plásticos	39
	2.2.6.	Métodos de reciclaje	40
	2.2.6.1.	Reciclaje mecánico	40
	2.2.6.2.	Reciclaje químico	40
	2.2.6.3.	Incineración.....	40
	2.2.7.	Disponibilidad de los residuos plásticos	41
	2.2.8.	Problemas con el reciclaje de los residuos plásticos	41
2.3.		Adoquín	41
	2.3.1.	Forma y geometría del adoquín	42
	2.3.2.	Uso y aplicaciones del adoquín	43
	2.3.3.	Aspectos técnicos	44
2.4.		Investigación de mercado	44
	2.4.1.	Aspectos políticos y económicos	45
	2.4.2.	Aspectos sociales y demográficos	46
	2.4.3.	Identificación del comprador	46
	2.4.4.	Análisis de la competencia	47
	2.4.5.	Proveedores de materia prima	47
	2.4.6.	Recopilación de la información	48
	2.4.7.	Segmentación de mercado	48
	2.4.8.	Determinación de la muestra	48
	2.4.9.	Diseño de la encuesta	49
	2.4.10.	Análisis de resultados de encuesta	51
2.5.		Propuesta diseño del proceso de transformación de residuos plásticos en adoquín plástico.....	58
	2.5.1.	Maquinaria y equipos utilizados	59
	2.5.2.	Herramientas y materiales	59

2.5.3.	Descripción del diseño de proceso de adoquín plástico	60
2.5.3.1.	Recolección de residuos plásticos	60
2.5.3.2.	Separación de residuos plásticos.....	62
2.5.3.3.	Limpieza de residuos plásticos	62
2.5.3.4.	Almacenamiento de residuos plásticos	63
2.5.3.5.	Trituración de residuos plásticos.....	64
2.5.4.	Ensayos iniciales para el proceso de fabricación de adoquines plásticos	65
2.5.5.	Diagrama de flujo del proceso	73
2.5.6.	Diagrama de recorrido	77
2.5.7.	Diagrama hombre máquina	78
2.5.8.	Diagrama bimanual horno eléctrico	80
2.5.9.	Diagrama bimanual molde.....	81
2.5.10.	Características del nuevo material.....	82
2.6.	Propuesta de mercado	83
2.7.	Propuesta de maquinaria y equipos	83
2.7.1.	Molino de corte	83
2.7.2.	Extrusora	84
2.7.3.	Molde	85
2.7.3.1.	Forma geométrica del molde	86
2.7.3.2.	Dimensiones del molde.....	86
2.7.4.	Especificaciones técnicas	87
2.7.5.	Funcionamiento	90
2.7.5.1.	Molino de corte	90
2.7.5.2.	Extrusora	90
2.7.5.3.	Molde.....	91
2.7.6.	Equipo de protección	91

2.8.	Personal para la producción del adoquín plástico.....	95
2.9.	Costos de la propuesta.....	98
2.9.1.	Costo de mano de obra.....	98
2.9.2.	Costo de materia prima.....	99
2.9.3.	Costo de maquinaria y equipos.....	99
2.9.4.	Consolidado de costos.....	100
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN, PLAN PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.	101
3.1.	Situación actual del consumo de energía eléctrica en la Sección de Gestión de la Calidad	101
3.1.1.	Producción más Limpia.....	101
3.1.2.	Eficiencia energética.....	102
3.1.3.	Iluminación.....	102
3.1.3.1.	Cantidad total de bombillas	103
3.1.4.	Aparatos eléctricos	109
3.1.5.	Determinación de cuantos kW/h aproximados representan en la factura el consumo eléctrico, en la Sección de Gestión de la Calidad.....	113
3.1.6.	Pago aproximado mensualmente en Q (quetzales) de energía eléctrica	115
3.2.	Propuesta para la reducción consumo de energía.....	116
3.2.1.	Sustitución de luminarias incandescentes por luminarias fluorescentes	116
3.2.2.	Uso de equipos eléctricos eficientes	117
3.2.2.1.	Sustitución de dispositivo UPS.....	117
3.2.2.2.	Colocación adicional de tomacorrientes	118

3.2.3.	Sistema de iluminación eficiente.....	119
3.2.3.1.	Uso de luminarias eficiente	119
3.2.3.2.	Aprovechamiento de luz natural.....	124
3.2.3.3.	Mantenimiento de luminarias	125
3.2.4.	Sistema de rotulado para el ahorro energético	126
3.2.5.	Implementación de sistema de rotulado ahorro energético.....	129
3.3.	Costo de la propuesta	131
4.	FASE DE DOCENCIA, PLAN DE CAPACITACIÓN	133
4.1.	Diagnóstico de las necesidades de capacitación en la Sección de Gestión de la Calidad	133
4.2.	Planificación de capacitaciones	134
4.3.	Programación de capacitaciones	137
4.4.	Evaluación de capacitaciones	146
4.5.	Costo de capacitación	148
	CONCLUSIONES	149
	RECOMENDACIONES	151
	BIBLIOGRAFÍA	153
	APÉNDICES	155
	ANEXOS	159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del Centro de Investigaciones de Ingeniería	2
2.	Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería	12
3.	Ubicación de la Sección de Gestión de la Calidad.....	13
4.	Organigrama de la Sección de Gestión de la Calidad	20
5.	Diagrama Causa y Efecto.....	23
6.	Instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad	26
7.	Área de oficina de la Sección de Gestión de la Calidad	27
8.	Área de espera de la Sección de Gestión de la Calidad	28
9.	Área de almacenamiento de equipos y materia prima	29
10.	Horno eléctrico	30
11.	Molde.....	30
12.	Molino de corte.....	31
13.	Equipo de cómputo	32
14.	Plásticos tipo PET	35
15.	Plásticos tipo PEAD	36
16.	Plásticos tipo PVC.....	37
17.	Plásticos tipo PEBD	37
18.	Plásticos tipo PP	38
19.	Plásticos tipo PS	39
20.	Otros tipos de plásticos	39
21.	Forma geométrica del adoquín	42
22.	Uso y aplicaciones del adoquín	43
23.	Diseño de encuesta.....	50

24.	Gráfica aceptación de idea	51
25.	Gráfica sitio para adquirir el material.....	52
26.	Gráfica medios para recibir información.....	53
27.	Gráfica adquisición del adoquín plástico	54
28.	Gráfica adquisición de otros materiales	55
29.	Gráfica formas de adoquines	56
30.	Gráfica razones por lo cual no adquiere el nuevo material.....	57
31.	Recolección de residuos plásticos	61
32.	Separación de residuos plásticos.....	62
33.	Limpieza de residuos plásticos	63
34.	Almacenamiento de residuos plásticos	63
35.	Trituración de residuos plásticos.....	64
36.	Selección de materia prima y molde	65
37.	Transportación de materia prima	66
38.	Conexión de horno eléctrico	66
39.	Colocación de residuos plásticos en el molde.....	67
40.	Inspección de equipos y residuos plásticos	67
41.	Colocación de molde dentro del horno.....	68
42.	Inspección de fundición de residuos plásticos.....	68
43.	Colocación en el espacio asignado.....	69
44.	Desmontar molde	69
45.	Resultado primer ensayo	70
46.	Resultado segundo ensayo.....	71
47.	Resultado tercer ensayo	71
48.	Resultado cuarto ensayo	72
49.	Diagrama de flujo del proceso	74
50.	Diagrama de recorrido del proceso	77
51.	Diagrama hombre máquina.....	79
52.	Diagrama bimanual horno eléctrico.....	80

53.	Diagrama bimanual molde.....	81
54.	Molino de corte	84
55.	Extrusora	85
56.	Molde.....	86
57.	Calzado de protección.....	92
58.	Guantes para protección	93
59.	Gafas de protección	93
60.	Mascarilla para protección.....	94
61.	Protección para la cabeza	94
62.	Protección para oídos	95
63.	Operador del molino de corte	96
64.	Operador de la extrusora.....	97
65.	Recepción de material fundido	98
66.	Iluminación en la Sección de Gestión de la Calidad	102
67.	Relaciones de cavidad zonal.....	105
68.	Distribución de luminarias incandescentes	108
69.	Computadora de la Sección de Gestión de la Calidad.....	110
70.	Impresora de la Sección de Gestión de la Calidad.	111
71.	Dispositivo UPS.....	112
72.	Tomacorrientes de la Sección de Gestión de la Calidad.....	113
73.	Fórmula de consumo eléctrico.....	114
74.	Luminaria tipo fluorescente	117
75.	Propuesta de dispositivo UPS	118
76.	Tomacorrientes adicionales.....	118
77.	Relaciones de cavidad zonal.....	120
78.	Distribución de lámparas	124
79.	Aprovechamiento de luz natural	125
80.	Mantenimiento de luminarias.....	126
81.	Diseño de rótulo ahorro energético para equipo de computación	127

82.	Diseño de rótulo ahorro energético para el área de apagado y encendido de luminarias	128
83.	Material utilizado para la elaboración del rótulo	129
84.	Implementación de rotulado en equipos de computación.....	130
85.	Rotulado de ahorro energético en el área de apagado y encendido de luminarias..	130
86.	Exterior del trifoliar sobre ahorro energético	136
87.	Interior del trifoliar sobre ahorro energético.....	137
88.	Capacitación sobre norma técnica	139
89.	Capacitación sobre desarrollo de cultura de calidad	142

TABLAS

I.	Recurso humano del Centro de Investigaciones de Ingeniería.....	8
II.	Matriz FODA.....	22
III.	Dimensiones del adoquín de concreto.	44
IV.	Resultados de la pregunta 1.	51
V.	Resultados de la pregunta 2.	52
VI.	Resultados de la pregunta 3.	53
VII.	Resultados de la pregunta 4	54
VIII.	Resultados de la pregunta 5.	55
IX.	Resultados de la pregunta 6.	56
X.	Resultados de la pregunta 7.	57
XI.	Especificaciones técnicas de molino de corte.	88
XII.	Especificaciones técnicas de molde.....	89
XIII.	Cantidad de personal.....	96
XIV.	Costo de mano de obra.	99
XV.	Costo de materia prima.....	99
XVI.	Costo de maquinaria y equipos.....	100

XVII.	Consolidado de costos.	100
XVIII.	Mediciones de los niveles de iluminación en la Sección de Gestión de la Calidad.....	103
XIX.	Reflectancias efectivas de piso.....	106
XX.	Coeficiente de utilización de luminarias típicas.....	106
XXI.	Cantidad de aparatos eléctricos.	109
XXII.	Consumo eléctrico mensual (kW/h).....	114
XXIII.	Pago mensual de energía eléctrica.	115
XXIV.	Reflectancias efectivas de piso.	121
XXV.	Coeficiente de utilización de luminarias típicas.....	122
XXVI.	Costo de la propuesta.	131
XXVII.	Programación de capacitaciones	138
XXVIII.	Propuesta de formato de evaluación de capacitación.....	147
XXIX.	Costo de la propuesta de capacitación.....	148

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetros
°C	Grados Celsius
kg	Kilogramos
kW/h	Kilowatt por hora
m	Metro
Q	Moneda nacional (quetzal)

GLOSARIO

Adoquín	Son elementos individuales, que colocados en un patrón definido, constituyen un pavimento flexible con grandes ventajas constructivas y de gran durabilidad.
CII	Centro de Investigación de Ingeniería.
Diseño de proceso	Específica el desarrollo de las actividades, guiando la elección y selección de las tecnologías de la organización y las cantidades de recursos productivos a adquirir.
Extrusión	Proceso muy utilizado en la transformación de los polímeros por medio del calor pasándolo por un perfil circular.
Polímeros	Sustancias constituidas por moléculas de gran tamaño con la particularidad de estar formadas por unidades de otras más pequeñas enlazadas repetidas veces entre sí.
Reciclaje	Es un proceso que consiste en recuperar materiales descartados y utilizables para elaborar otros productos o el mismo.

Residuos plásticos	Son todos los plásticos que no representa una utilidad o un valor económico para el dueño.
Termoplásticos	Son plásticos macromoleculares que constan de cadenas lineales y ramificadas. Se caracterizan principalmente porque consecuencia del calor se vuelven moldeables.
Trituración	Operación mediante las que se efectúan dichas reducciones de tamaño por medios físicos.
UPS	Dispositivo que protege los elementos electrónicos de las variaciones de la corriente eléctrica y mejora la calidad de energía.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) detalla el diseño del proceso de transformación de residuos plásticos en un nuevo ecomaterial, realizado en la Sección de Gestión de la Calidad, del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

Se inicia con la descripción de los antecedentes de Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) y de la Sección de Gestión de la Calidad; posteriormente se analizó la situación actual de la Sección de Gestión de la Calidad a través del uso de herramientas de diagnóstico.

Se ha diseñado el proceso de transformación de los residuos plásticos en un ecomaterial. Para ello fue necesario primeramente conocer el mercado para el ecomaterial y la información teórica sobre el plástico, seguidamente se describe el proceso para la fabricación del prototipo del ecomaterial presentando los distintos elementos y acciones necesarios para llevar a cabo dicha transformación de los residuos plásticos en ecomaterial. Además se realizó una propuesta de maquinaria y equipos a utilizar para producción del nuevo ecomaterial.

Se realizó una propuesta para la reducción del consumo de energía eléctrica en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería; para optimizar el consumo por los aparatos eléctricos e iluminación a través del uso de luminarias eficientes, uso de equipos eficientes. Además, la

aplicación de buenas prácticas y concientización por el personal de la Sección de Gestión de la Calidad, para reducir el consumo de energía.

OBJETIVOS

General

Diseñar el proceso de transformación de residuos plásticos para la fabricación de un nuevo ecomaterial, en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.

Específicos

1. Realizar un análisis de diagnóstico de la situación actual de la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC a través de uso de herramienta de diagnóstico.
2. Dar un destino útil a los residuos plásticos desechados en la Sección de Gestión de la Calidad, Centro de Investigaciones, USAC y otros, con una visión ecológica.
3. Realizar un proceso de transformación de los residuos plásticos que muestre claramente los requerimientos necesarios para la fabricación del adoquín plástico.
4. Utilizar maquinaria y equipo, materia prima de bajo costo con la tecnología sencilla para la fabricación del prototipo del adoquín plástico en la Sección de Gestión de la Calidad.

5. Diseñar e implementar un sistema de rotulación sobre buenas prácticas para el consumo de energía, en los puntos principales de la Sección de Gestión de la Calidad.

6. Conocer la cantidad de artefactos eléctricos con las cuales cuenta la Sección de Gestión de la Calidad, esto ayudará a saber el consumo aproximado de energía y hacer la propuesta de ahorro energético.

7. Concientizar al personal sobre el consumo adecuado de la energía, por medio de un tríptico que contenga información sobre ahorro energético en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Facultad de Ingeniería, USAC.

INTRODUCCIÓN

El Centro de Investigaciones de la Facultad Ingeniería de la Universidad de San Carlós de Guatemala es una institución encargada de prestar servicios a estudiantes de la Facultad en mención, empresas públicas y privadas, mediante la realización de diferentes estudios y ensayos de laboratorios según los laboratorios con los que cuenta. Asimismo, cuenta con la Sección de Gestión de Calidad, donde se vela por la acreditación de ensayos bajo la Norma 17025, como a la elaboración de productos de limpieza, jabón de manos y desinfectante.

Con base en lo descrito anteriormente, surge la necesidad de desarrollar un nuevo proyecto, este está basado en buscar una alternativa para aprovechar los residuos plásticos generados en la Sección de Gestión de la Calidad y campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que este material es desechado. Y genera una problemática para el medio ambiente.

En el primer capítulo detalla los antecedentes del Centro de Investigaciones de Ingeniería y de la Sección de Gestión de la Calidad, reseña histórica, misión, visión, políticas y el tipo de estructura organizacional.

En la fase de técnico profesional detalla la situación actual de la Sección de Gestión de la Calidad obtenida por medio de la utilización de herramientas de diagnóstico. Se presenta propuesta para diseño del proceso de transformación de residuos plásticos en un nuevo ecomaterial, ensayos iniciales, diagramas de flujo proceso, diagrama de recorrido, diagrama hombre máquina, diagrama bimanual, maquinaria y equipos y costos de la propuesta.

Seguidamente en la fase de investigación se presenta un diagnóstico de la situación actual de consumo de energía eléctrica por los aparatos eléctricos y las luminarias, así también se determinó la cantidad aproximada que representa el consumo eléctrico. Se hizo una propuesta de sustitución de luminarias incandescentes por luminarias fluorescentes, uso de equipos eficientes, sistema de iluminación eficiente. Además se diseñó y se implementó un sistema de rotulación sobre el consumo adecuado de energía en las distintas áreas de la Sección de Gestión de la Calidad y se detalla el presupuesto estimado para dicha propuesta.

En la fase de docencia se elabora una propuesta de capacitación, llevado a cabo para capacitar al personal sobre los temas: desarrollo de cultura de calidad, formación técnica. Además se realizó un taller donde se dio a conocer el uso responsable y las buenas prácticas de consumo de energía en la Sección de Gestión de la Calidad y se detalla el presupuesto estimado para dichas capacitaciones.

1. ANTECEDENTES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

1.1. Datos generales

Los datos generales del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería son: la ubicación, antecedentes, objetivos, visión, misión, políticas, funciones, recursos, estructura organizacional y organigrama.

1.1.1. Ubicación

El Centro de Investigaciones de Ingeniería se ubica en Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, zona 12, edificio T5, nivel 2, teléfono. (502) 2418-9115. Fax (502) 2418-9121.

A continuación en la figura 1 se muestra la ubicación del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación del Centro de Investigaciones de Ingeniería**



Fuente: T-5, Facultad de Ingeniería.

1.1.2. Antecedentes

“El Centro de Investigaciones de Ingeniería es una institución dedicada al apoyo y fomento del cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. A continuación se detalla los antecedentes.

- En julio de 1963 el Centro de Investigaciones de Ingeniería fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario.
- En 1965 se agregó al CII, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala.
- En 1967 se incorporaron los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, que pasó a formar parte de la Facultad de Ingeniería como Escuela de Ingeniería Química.

- En 1977 se establecieron las unidades de Investigación en fuentes no convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda.
- En 1978 fue creado el Centro de Información para la Construcción (CICON).
- En 1997 se adhirió al CII la Planta Piloto de Extracción Destilación. En esta misma década, se dio impulso al Laboratorio de Metrología Eléctrica.
- En 1999 se incrementó la participación del CII en los Programas de Investigación que se encuentran vigentes en el país.
- En 2009 se crea el Laboratorio de Investigación en Extractos Vegetales, LIEXVE. Asimismo se crea la Planta Piloto de Extracción de Biodiesel en dicho laboratorio.
- En 2009 se crean las Sección de Topografía y Catastro, y la Sección de Tecnología de la Madera.
- En marzo 2010 se oficializa la Sección de Gestión de la Calidad, y se unificó en este mismo año, la Sección de Agregados y Concretos, con la Sección de Aglomerantes y Morteros.
- En 2011 creación oficial de la Unidad de Seguridad Industrial Ocupacional, como soporte técnico de las actividades de Seguridad Industrial que se llevan a cabo en la Sección de Gestión de la Calidad.”¹
- En 2014 se proyecta la implementación del sistema de acreditación en la Sección de Concretos, Aglomerantes y Morteros del Centro de Investigaciones de Ingeniería bajo la Norma ISO 17025, norma para acreditación de laboratorios de ensayos.

¹Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 de septiembre de 2013.

1.1.3. Objetivos

“Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como un instrumento para la resolución de problemas de diversos campos de la ingeniería, especialmente los que interesan a la evaluación.

Prestar los servicios preferentemente a las entidades participantes del CII y ofrecer los mismos a entidades y personas que mediante convenios específicos.

Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos mediante programas de docencia práctica y adiestramiento y la promoción de realización de trabajos de tesis en los laboratorios y unidades técnicas.”²

1.1.4. Visión

“Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.”³

²Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 de septiembre de 2013.

3. Ibid.

1.1.5. Misión

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertaje y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería.”⁴

1.1.6. Políticas

“El Centro de Investigaciones de Ingeniería, básicamente da seguimiento a lo establecido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuanto apoyar el cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia como función primordial para la obtención de resultados positivos para el desarrollo del país.

- Prestar servicios preferentemente a las entidades participantes del Centro y ofrecer los mismos a entidades y personas que, mediante convenios específicos, deseen participar en actividades en forma cooperativa o bien utilizar los elementos del mismo en relación con problemas técnicos específicos.
- Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y el adiestramiento y la promoción en la realización de trabajos de tesis, en los laboratorios y áreas técnicas.

Existe vinculación con organismos regionales, instituciones de investigación y normalización y con organizaciones técnicas científicas a nivel mundial.

⁴Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 de septiembre de 2013.

Con propósitos del cumplimiento del Programa de Investigación se ha establecido una relación directa con el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CONCIUSAC) cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI) y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT), el cual es ejecutado por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Miembros del equipo de trabajo del Centro de Investigaciones de Ingeniería participan en las actividades de estas dos instituciones.

Para el cumplimiento de esas políticas, el Centro de Investigaciones como parte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha establecido relaciones muy fuertes con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda y con la Municipalidad de Guatemala. Estas tres entidades son a las que van dirigidos preferentemente los servicios.

Se tiene una relación de prestación de servicios también con otras instituciones estatales municipales del país, comités de comunidades de escasos recursos, organizaciones no gubernamentales (ONG's), sector privado de la construcción y otras industrias, así como en el público en general que solicite los servicios del Centro.”⁵

1.1.7. Funciones

“Fomentar y contribuir a la realización de estudios e investigaciones en diferentes áreas de ingeniería, en especial aquellos que interesan a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país.

Realizar análisis y ensayos de comprobación de calidad de materiales y productos de diversa índole, en áreas de competencia.

Realizar inspecciones, evaluaciones, expertaje y prestar servicios de asesoría y técnica y consultoría en materia de competencia.

⁵Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 de septiembre de 2013.

Las secciones que conforman el Centro de Investigaciones participan en las actividades de investigación, servicio y docencia, para el cumplimiento con las actividades se dispone personal profesional y técnico en los diferentes campos, para realizar, ensayos de comprobación, control de calidad, asesorías, expertaje y otros.”⁶

Para la ejecución de las actividades del Centro, se cuenta con las siguientes secciones:

- Concretos, Agregados, Aglomerantes y Morteros
- Metales y Productos Manufacturados
- Mecánica de Suelos
- Química Industrial (LAFIQ Y LIEXVE)
- Química y Microbiología Sanitaria
- Metrología Industrial
- Estructuras
- Centro de Información a la Construcción – CICON
- Gestión de Calidad
- Tecnología de la Madera
- Eco materiales
- Topografía y Catastro

1.1.8. Recursos

Los recursos con que cuenta el Centro de Investigaciones de Facultad de Ingeniería están los recursos naturales, físicos y humanos.

⁶Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>.
Consulta: 15 de septiembre de 2013.

- Naturales

Los recursos naturales con que cuenta actualmente el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería es la madera como materia prima para la Sección de Tecnología de la Madera. Los análisis de agua potable de la Sección Química y Microbiología Sanitaria que es desarrollado por empleados Empresa Municipal de Agua, EMPAGUA y personal del CII.

- Físicos

El Centro de Investigaciones de Ingeniería cuenta con el edificio T5, los edificios de Aglomerados y Prefabricado, ubicado a un costado del edificio de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

- Humanos

Detalle del recurso humano que posee el Centro de Investigaciones de Ingeniería se muestra a continuación en la tabla siguiente:

Tabla I. **Recurso humano del Centro de Investigaciones de Ingeniería**

Categoría	USAC	Municipalidad de Guatemala	Total
Profesional	18	2	20
Técnico	20	4	24
Operativo	11	2	13
Administrativo	7	1	8
Totales	56	9	65

Fuente: <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 de septiembre de 2013.

1.1.9. Estructura organizacional

El Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería está formado por una estructura organizacional funcional. Los niveles jerárquicos dentro del Centro de Investigaciones son:

- Dirección del Centro de Investigaciones: asignado por Decanatura de la Facultad de Ingeniería, responsable de las actividades del Centro de Investigaciones. Dentro de las funciones se desarrollan las siguientes.
 - Coordinar las actividades del Centro de Investigaciones.
 - Velar por el uso adecuado de los recursos asignado al Centro de Investigaciones.
 - Supervisar y evaluar el trabajo desempeñado por los coordinadores de cada unidad y tomar las medidas correctivas.
 - Gestionar los recursos para la implantación del sistema de acreditación bajo la Norma ISO 17025, Norma de Acreditación de Laboratorios de Ensayos.
- Coordinador de sección: coordinador asignado por la dirección del Centro de Investigaciones. Dentro de las funciones se desarrollan las siguientes.
 - Desarrollar actividades de docencia a través de cursos, seminarios y talleres en temáticas relacionados al campo de los proyectos.

- Coordinar y supervisar las actividades asignadas a la unidad de trabajo.
- Realización de diversos ensayos basado en procedimientos estándar de las Normas ASTM y ISO 17025.
- Auxiliar de Sección: auxiliar asignado por coordinador de la unidad del Centro de Investigaciones. Dentro de las funciones se desarrollan las siguientes:
 - Realización de ensayos a las muestras proporcionada por los clientes del Centro de Investigaciones.
 - Asignar actividades a los estudiantes que realizan prácticas finales dentro de la unidad de trabajo.
 - Brindar apoyo necesario al coordinador de la unidad de trabajo cuando es requerido.

A continuación se describen las ventajas y desventajas al utilizar una estructura organizacional tipo funcional.

- Ventajas
 - Las responsabilidades se basan en las funciones que se desempeña dentro del Centro de Investigaciones.
 - Tener personal calificado para la manipulación de maquinarias y equipos de trabajo.

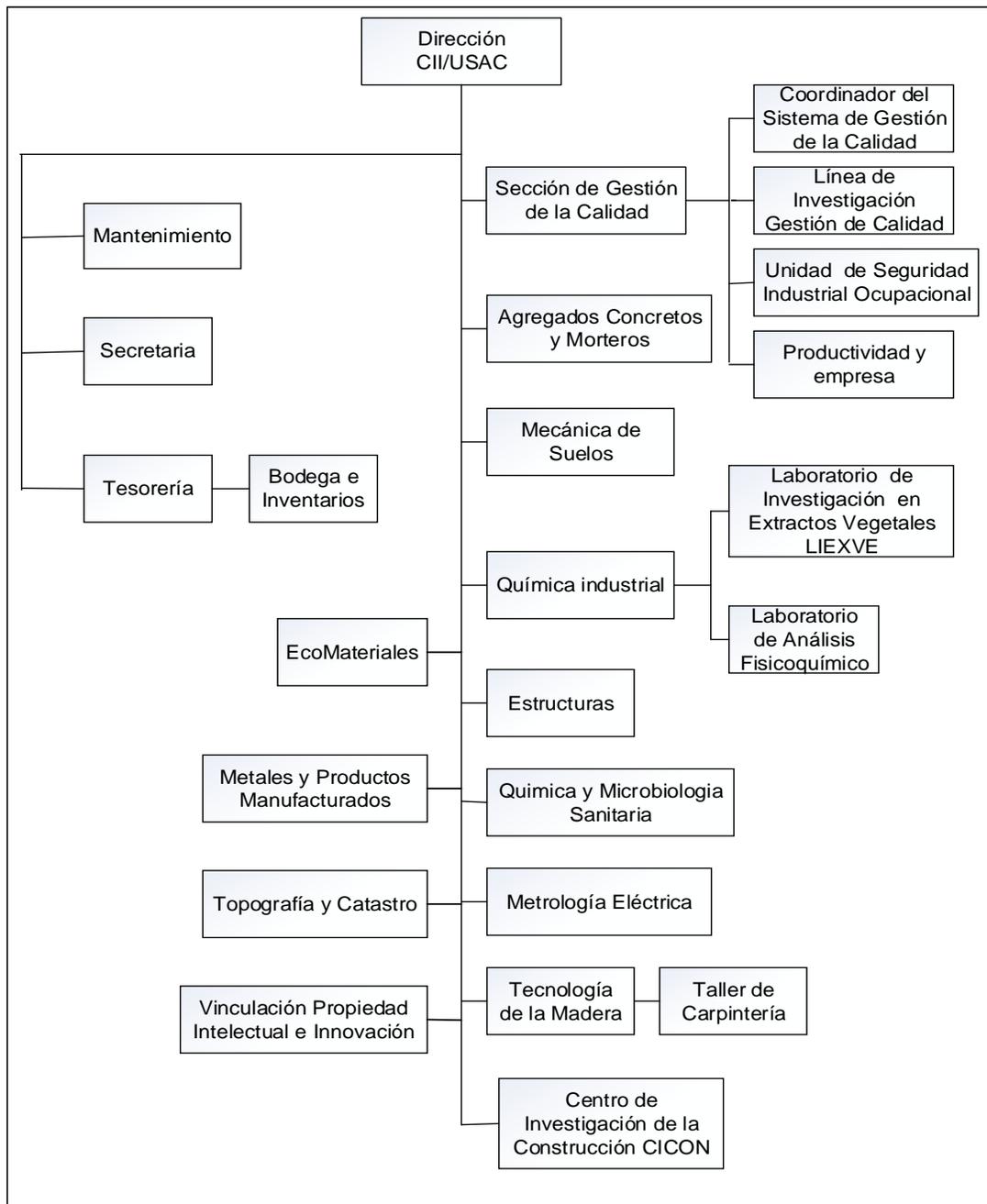
- Las personas encargadas de cada sección conocen las condiciones del trabajo y pueden atender a los clientes.
- Desventajas
 - Los encargados trabajan en distintas áreas y están separadas unas de otras y existe poca colaboración y participación para mejorar el servicio.
 - La deficiencia con que se da el servicio porque se tiene que coordinar con otras unidades.
 - Problemas de coordinación entre las Secciones del Centro de Investigaciones.

1.1.10. Organigrama

El organigrama del Centro de Investigaciones es de tipo vertical, ilustra la dependencia que existe entre las personas del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

El organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería se muestra a continuación en la figura 2.

Figura 2. Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

1.2. Sección de Gestión de la Calidad

Los datos generales de la Sección de Gestión de la Calidad se encuentran la ubicación, antecedentes, objetivos, visión, misión, políticas y la estructura organizacional.

1.2.1. Ubicación

La Sección de Gestión de la Calidad está ubicado en el Área de Prefabricados, aledaña a la Sección de Estructuras, a un costado del edificio del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Como se muestra en la figura 3.

Figura 3. **Ubicación de la Sección de Gestión de la Calidad**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

1.2.2. Antecedentes

“En el 2005, debido a la necesidad de contar con una sección cuya orientación directamente se relacione con los controles de calidad en la prestación de los servicios en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, se crea la Sección Gestión de la Calidad pero no se fundamenta con ningún acuerdo de junta directiva enfocándose el trabajo a aspectos generales de normativas de calidad.

En el 2007 se asigna al Ing. Oswin Antonio Melgar en cuya dirigencia se agregan funciones en el Área de Producción empezando con la elaboración de productos de limpieza y capacitaciones a estudiantes de prácticas iniciales. En el 2009 se le da mayor énfasis a actividades de acreditación de ensayos de laboratorio bajo la Norma ISO 17025, se realizan 2 diplomados, el primero de la norma 17025 y uso de la Norma 15189 y se inician a elaborar procedimientos y documentación.

En el 2010 se realiza la solicitud a junta directiva presentándose el proyecto de la creación oficial de Gestión de la Calidad según la Carta Oficio No. 018/2010, y el cual fue aprobado el mismo año. Desde ese instante se inicia el proceso de acreditación de 5 cinco ensayos de 4 secciones del Centro de Investigaciones cuyo proceso se mantiene hasta el día de hoy. Actualmente se está trabajando con varios proyectos que se espera den resultados que benefician a la Facultad de Ingeniería y del se pueda obtener apoyo de diferentes sectores sociales. Los principales proyectos son:

- La acreditación de 5 ensayos de Laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería bajo la Norma ISO IEC 17025.
- Creación de la empresa productora de jabón líquido y desinfectante comerciable para la Universidad de San Carlos de Guatemala, que se planea ubicar en el edificio T-5 de la Facultad de Ingeniería.
- Desarrollar el Plan de Respuesta Institucional y Atención de Emergencia y Desastre el cual tiene como objetivo desarrollar brigadas de apoyo por parte de la Facultad de Ingeniería para estos casos.

- Otros Proyectos de investigación científica que se están desarrollando tales como el diseño de una casa autosustentable, una propuesta para la reducción de desechos sólidos orgánicos por medio de la lombricultura.”⁷

1.2.3. Objetivos

- General

“Gestionar y mantener controles de calidad en los procesos administrativos y de servicio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por medio de la mejora continua, fomentando la investigación científica en las áreas de Seguridad Industrial, Producción e Innovación Industrial y Experimental, mediante la ejecución de políticas, estrategias y desarrollo sostenible en las áreas de investigación, desarrollando las líneas de investigación en el área de Gestión de la Calidad, Acreditación y Ensayos de Laboratorio bajo la Norma ISO 17025, Desarrollo Humano, Seguridad Industrial y Producción y Empresa.

- Específicos
 - Documentar el sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería conforme a la norma COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”
 - Desarrollar programas de prevención en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
 - Desarrollar programas de investigación científica en las temáticas de Gestión de la Calidad, Seguridad Industrial y Ocupacional, Producción e Innovación Industrial y Experimental, Ingenio y Tecnología.
 - Desarrollar innovación en productos de limpieza por medio de componentes de producción y empresa.”⁸

⁷Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>. Consulta: 15 de septiembre de 2013.

8. Ibid.

1.2.4. Misión

“Gestionar y mantener controles de calidad en los procesos administrativos y de servicios del Centro de Investigaciones de Ingeniería, por medio de la mejora continua y la atención en el Servicio al Cliente, manteniendo programas de capacitación al personal en las áreas de aseguramiento de la calidad, seguridad industrial y desarrollo humano, fomentando la investigación científica en las áreas de Gestión de la Calidad, Seguridad Industrial y Ocupacional, Producción e Innovación Industrial y Experimental, mediante la ejecución de políticas, estrategias y desarrollando las líneas de investigación en el área de Gestión de la Calidad, Acreditación de Ensayos de Laboratorio bajo la Norma ISO 17025, Desarrollo Humano, Gestión integral de proyectos.”⁹

1.2.5. Visión

“A mediano plazo ser líderes en la organización administrativa y tecnológica, que consolide el desarrollo sostenible del Centro de Investigaciones de Ingeniería con un sistema de gestión integrado.”¹⁰

1.2.6. Políticas

“En la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, trabaja en búsqueda de la mejora continua con el compromiso de documentar, implementar y mantener el sistema de Gestión de la Calidad de conformidad con la norma COGUANOR NGR/COPANT/ISO/IEC 17025.

Asimismo se desarrolla la cultura de prevención de riesgos por medio de actividades de seguridad industrial y salud ocupacional, se dedica a la investigación científica y al desarrollo de productos innovadores en el área de producción y empresa.”¹¹

⁹Sistema de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt>.

Consulta: 15 de septiembre de 2013.

10,11. Ibid.

1.2.7. Estructura organizacional

La Sección de Gestión de la Calidad bajo la dirección Centro de Investigaciones está formada por una estructura organizacional funcional.

Los niveles jerárquicos dentro de la Sección de Gestión de la Calidad son:

- Coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad: asignado por la dirección del Centro de Investigaciones, responsable de las actividades en la Sección de Gestión de la Calidad. Dentro de las funciones se desarrollan los siguientes proyectos.
 - Implementación del sistema de acreditación en el Centro de Investigaciones de Ingeniería bajo la Norma ISO 17025, Norma para Acreditación de Laboratorio de Ensayos.
 - Seguridad industrial en las Secciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
 - Proceso de Innovación en las formulaciones de productos de limpieza.
 - Diseño de un centro tecnológico para implementación de desarrollo industrial.
 - Aplicación de software de simulación de procesos de Ingeniería Industrial.

- Auxiliar para el proceso de acreditación: asignado por la dirección y coordinador del sistema de gestión de la calidad del Centro de Investigaciones. Dentro de las funciones se desarrollan las siguientes.
 - Documentar el proceso de acreditación en el Centro de Investigaciones de Ingeniería bajo la Norma ISO 17025, Norma para Acreditación de Laboratorio de Ensayos.
 - Crear procedimientos basado en la Norma ISO 17025.
 - Coordinar y gestionar actividades en la Sección de Gestión de la Calidad.

- Auxiliar de Gestión de la Calidad: asignado por coordinador del sistema de gestión de la calidad. Dentro de las funciones se desarrollan las siguientes:
 - Supervisar proyectos que se realizan dentro de la Sección de Gestión de la Calidad.
 - Asignar actividades a los estudiantes que realizan prácticas finales en la Sección de Gestión de la Calidad.
 - Coordinar y gestionar actividades en la Sección de Gestión de la Calidad.
 - Apoyar al coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad.
 - Brindar adiestramiento en el curso de prácticas iniciales.

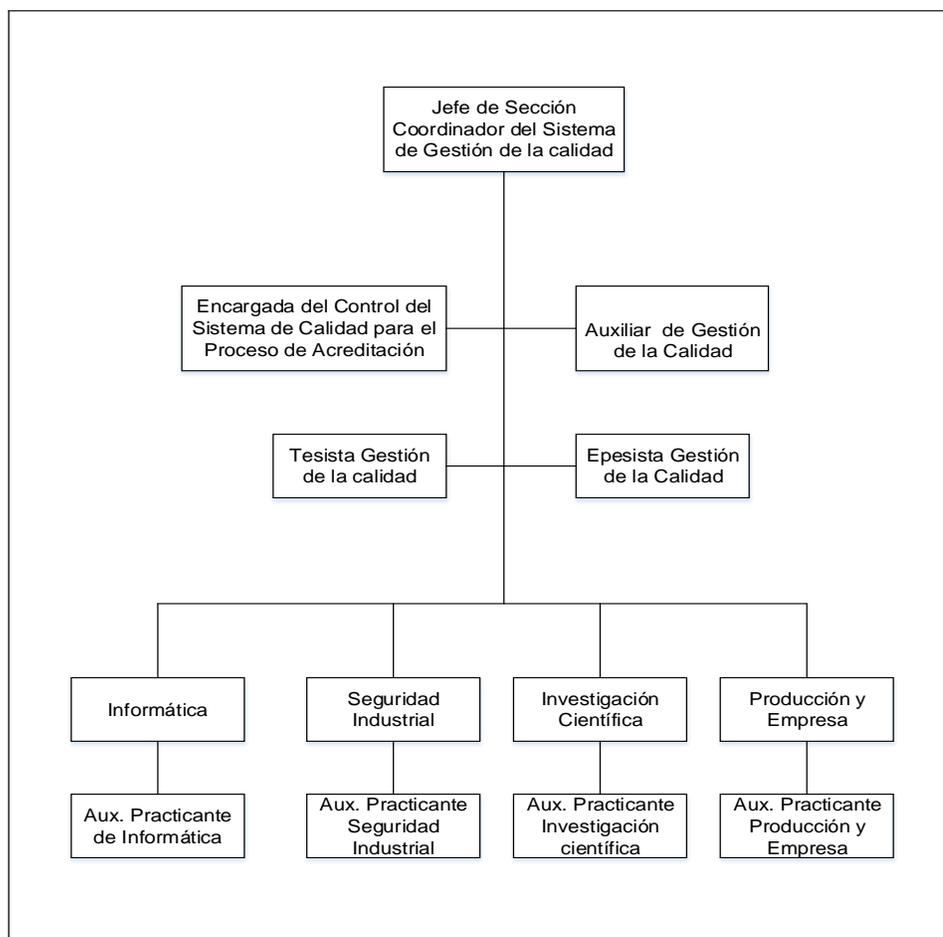
A continuación se describen las ventajas y desventajas al utilizar una estructura organizacional tipo funcional.

- Ventajas
 - Reduce la duplicación de equipo y esfuerzo en la Sección de Gestión de la Calidad.
 - Permite que coordinador del sistema de gestión de la calidad y el personal a cargo de los proyectos compartan la experiencia.
 - Facilidad para la toma de decisiones técnicas.
 - Facilidad para coordinador capacitaciones dentro del Área.
- Desventajas
 - La manera en que la información fluye entre las áreas.
 - Capacidad del jefe de Sección de coordinar todas las funciones y responsabilidades para lograr las metas.
 - La dependencia más de una autoridad para tomar ciertas decisiones.
 - Las personas se preocupan más por el trabajo de la unidad que del servicio en general que se presta.

1.2.8. Organigrama

El organigrama de la Sección de Gestión de la Calidad es de tipo vertical, ya que ilustra la dependencia que existe entre las personas de la unidad. Los practicantes dependen del auxiliar de Gestión de la Calidad, tesista, epesista y auxiliar de Gestión de la Calidad depende de coordinador del sistema de gestión de la calidad. Se muestra a continuación en la figura 4.

Figura 4. Organigrama de la Sección de Gestión de la Calidad



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL, DISEÑO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS EN UN NUEVO ECOMATERIAL

2.1. Situación actual de la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería

Para realizar el análisis de la situación actual de la Sección de Gestión de la Calidad se utilizaron las siguientes técnicas.

- Observación directa
- Reuniones
- Entrevista no estructurada
- Herramienta FODA

2.1.1. Análisis FODA

Se utilizó la herramienta análisis FODA para conocer las necesidades actuales de la Sección de Gestión de la Calidad. Es esencial la utilización de esta herramienta ya que proporciona la información necesaria para la implantación de acciones, medidas correctivas y la generación de nuevos proyectos. Para este análisis se realizó una entrevista no estructurada al jefe de la Sección de Gestión de la Calidad, asimismo por observación directa y la participación en distintas reuniones, a fin de tener un diagnóstico de la situación actual de la Sección.

2.1.2. Matriz FODA

Muestra las fortalezas, debilidades, amenazas, oportunidades y las estrategias que se deben tomar en cuenta en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

La matriz FODA de la Sección de Gestión de la Calidad se muestra a continuación:

Tabla II. Matriz FODA

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
ANÁLISIS INTERNO	Personal capacitado. Coordinación proactivo y visionaria. Respaldo institucional. Investigación y desarrollo de nuevos productos.	Espacio físico de trabajo limitado. Infraestructura inadecuada. No posee maquinaria y equipos. Poco personal.
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ANÁLISIS EXTERNO	Desarrollo de proyectos innovadores. Vinculación con instituciones que desarrollan investigaciones. Apoyo de programas para transferir conocimientos y producir innovaciones. Buena ubicación geográfica	Cambio constante de la tecnología. Presencia de instituciones con mayor poder en el mercado. Exigencia del mercado. Cambio de autoridades.
	FO(Maxi-Maxi)	DO(Min-Maxi)
	Estrategia para maximizar fortalezas y oportunidades. Fortalecer la investigación. Capacitación constante al personal. Aprovechar los recursos internos. Acciones para aprovechar las oportunidades.	Estrategia para minimizar debilidades y maximizar las oportunidades. Inversión en maquinaria y equipo. Contratar más personal. Asignar otras instalaciones. Mejorar la infraestructura actual.
	FA(Maxi-Min)	DA(Min-Min)
	Estrategia para maximizar fortalezas y minimizar amenazas. Aprovechar los recursos para mejorar las instalaciones. Estar a la vanguardia de la tecnología. Dar a conocer los servicios que presta la unidad.	Estrategia para minimizar debilidades y amenazas. Mayor asignación de presupuesto para la unidad. Fortalecer las bases de investigación. Mayor respaldo para la unidad.

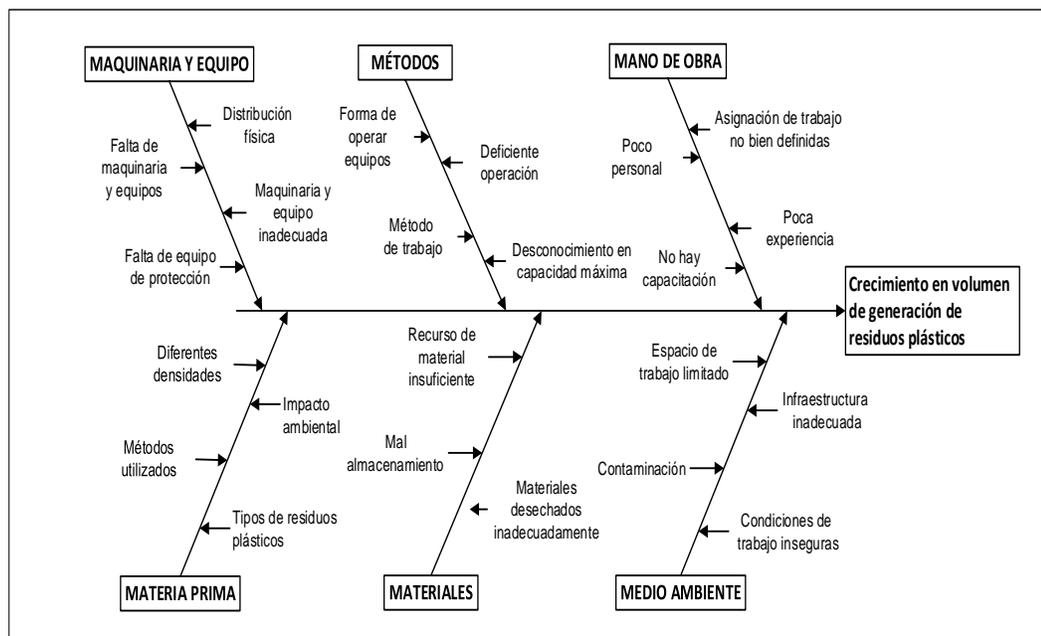
Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Diagrama de Causa y Efecto

Por medio de la entrevista no estructurada realizada al jefe de la Sección de Gestión de la Calidad, se pudo detectar la necesidad de enfocarse en la situación de los residuos plásticos generados en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

El problema encontrado es el manejo inadecuado de los residuos plásticos generados en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, USAC. Esto provoca el crecimiento en volumen de generación de los residuos plásticos. A través del análisis del presente diagrama ayuda a identificar de una forma objetiva la situación. Como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Diagrama Causa y Efecto



Fuente: elaboración propia.

Debido al manejo inadecuado de los residuos plásticos en la Sección de Gestión de la Calidad se presenta el efecto de crecimiento en volumen de generación de residuos plásticos. Por medio de diagrama de Causa-Efecto se idéntica la causa raíz del problema y este es la falta de procesos de transformación de los residuos plásticos.

2.1.4. Personal

La Sección de Gestión de la Calidad no cuenta con suficiente personal requerida para desarrollar todas las actividades que se llevan a cabo en la Sección. Actualmente solo cuenta con el jefe de la Sección de Gestión de la Calidad y un auxiliar del proceso de acreditación. Esta falta de personal tiene incidencia para la implementación del sistema de calidad en la Sección de Gestión de la Calidad.

- Jefe de Sección

La mayor parte de la jornada laboral lo invierte en la elaboración de procedimientos y documentación del proceso de acreditación de ensayos de laboratorio bajo la Norma ISO 17025 y esto genera que algún momento las otras actividades queden en segundo plano. Como ejecutar las actividades propias de la Sección de Gestión de la Calidad, desarrollar brigadas de apoyo por parte de la Facultad de Ingeniería e impartir inducción para la elaboración de productos de limpieza a los estudiantes del curso de prácticas iniciales y el desarrollo de investigación científica que se realiza en la Sección de Gestión de la Calidad. Además la jornada laboral es muy corta esto genera que no se logre realizar todas las actividades asignadas.

- Auxiliar de proceso de acreditación

Según se pudo observar esta persona se limita a colaborar en las demás actividades que se realizan en la Sección, debido a que solo tiene asignado dos días para permanecer en la Sección de Gestión de la Calidad y el resto de los días lo hace en la Sección de Concretos, Aglomerantes y Morteros, ya que tiene directamente asignado llevar el control de los procedimientos del proceso de acreditación en uno de los laboratorios del Centro de Investigaciones, esto genera la poca participación en las otras actividades como atender a los estudiantes del curso de técnicas de investigación y prácticas iniciales, apoyar al coordinador del Sistema de Gestión de la Calidad. Esto repercute en la eficiencia de la Sección de Gestión de la Calidad.

2.1.5. Instalaciones

La Sección de Gestión de Calidad no cuenta con el espacio físico adecuado para llevar a cabo todas las actividades asignadas a la Sección, y para los distintos proyectos que se ejecutan actualmente ya que la infraestructura es demasiado limitado para desarrollar o ejecutar los proyectos que requieren la utilización de maquinaria y equipo que demanda un espacio para la ejecución de los proyectos. Además, no es posible la expansión por que la Sección de Gestión de la Calidad es aledaña a la Sección de Estructuras y de bodega de insumos de la Facultad de Ingeniería.

A continuación se observa las instalaciones que actualmente ocupa la Sección de Gestión de la Calidad en la figura 6.

Figura 6. **Instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad**



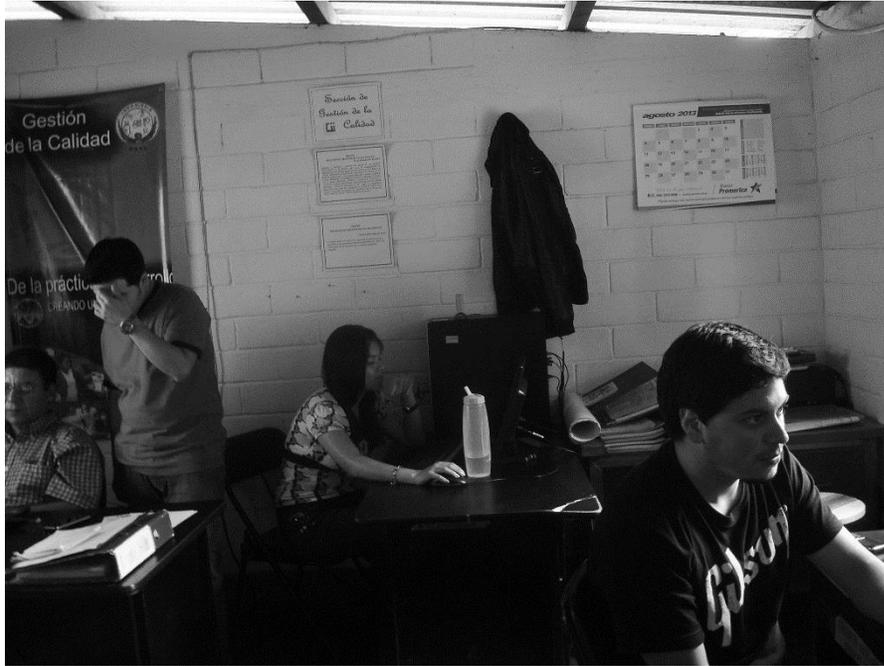
Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

A continuación se describen cada una de las áreas en que está dividida la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

- Área de oficina: es donde se realizan todas las actividades coordinados por el jefe de Sección, pero la mayor limitación del área es el espacio para ejecutar las actividades asignadas al personal, porque el espacio es limitado y se vuelve incomodo por la aglomeración del personal cuando todos están trabajando en la misma área.

A continuación en la figura 7 se observa el área de oficina que actualmente dispone la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 7. **Área de oficina de la Sección de Gestión de la Calidad**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Área de espera: es el espacio asignado para atender a los estudiantes y profesionales que necesitan asesoría o información. Pero por motivo de limitación de espacio en otras áreas el personal se ve obligado a utilizar dicha Área para realizar ensayos.

A continuación en la figura 8 se observa el área de espera de la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 8. **Área de espera de la Sección de Gestión de la Calidad**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Área de almacenamiento: la acumulación equipos de trabajo y materia prima, debido a no contar con suficiente espacio para el almacenamiento.

A continuación se muestra en la figura 9 el área de Almacenamiento de equipos y materia prima, en la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 9. **Área de almacenamiento de equipos y materia prima**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2.1.6. Maquinaria y equipos

La Sección de Gestión de la Calidad tiene escasez de maquinaria y equipo industrial para atender las distintas necesidades de investigación y desarrollo de proyectos de la Sección. Además cuenta con equipo de cómputo obsoleto. A continuación se describen las siguientes:

- Horno eléctrico: está diseñada a temperatura hasta 250 °C debido a que cuenta con resistencias muy altas y cuenta con un medidor de tiempo. Estas características son un factor importante para poder utilizarlo en el desarrollo de algunos proyectos.

El horno eléctrico disponible en la Sección de Gestión de la Calidad se muestra a continuación en la figura 10.

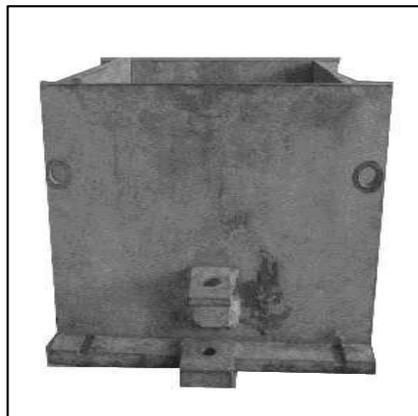
Figura 10. **Horno eléctrico**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Molde: utilizado para darle forma una pieza determinada debido a las características, ya que está diseñado con materiales como hierro que soporta las altas temperaturas y es adecuado para la realización de ensayos. como se muestra en la figura 11.

Figura 11. **Molde**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Molino de corte: tiene como función principal es triturar ciertos tipos de materiales dentro los cuales están los plásticos. Actualmente el molino de corte no está aún en funcionamiento, porque las instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad no cuenta con los requerimientos necesarios para el suministro de la energía eléctrica por tal razón no es posible la utilización en este momento.

A continuación se presenta en la figura 12 el molino de corte que actualmente tiene la Sección de la Gestión de la Calidad.

Figura 12. **Molino de corte**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Computadoras: las que actualmente tiene la Sección de Gestión de la Calidad ya no cumplen con los requerimientos de las actividades que se realizan, ya que los componentes como hardware y software ya no tienen esa capacidad de almacenar o ejecutar archivos, esto hace que se limite el trabajo en las mismas y se genera demora en las actividades a realizarse en la jornada laboral.

A continuación se presenta en la figura 13 el equipo de cómputo que dispone la Sección de la Gestión de la Calidad.

Figura 13. **Equipo de cómputo**



Fuente. Sección de Gestión de la Calidad.

2.2. Materia prima

Se recopiló toda la información necesaria para conocer las características de los residuos plásticos a utilizar como materia prima para la fabricación del prototipo del adoquín plástico proyecto del Ejercicio Profesional Supervisado.

La información sobre el material plástico está estructurada de la siguiente forma: primero se definen conceptos, luego se describen los tipos y categorías de plásticos, seguidamente la disponibilidad de los residuos plásticos. Como complemento se presentan los métodos y problemas de reciclaje de los residuos plásticos.

2.2.1. Polímeros

Son moléculas muy grandes formadas por la unión de muchas unidades moleculares pequeñas. Y cuando se les adiciona ciertas sustancias como plastificantes para facilitar el procesado, estabilizantes para aumentar la duración y colorantes para hacer atractivo el aspecto, pasa a adquirir la denominación de plásticos.

2.2.2. Plásticos

El plástico es un material sólidos sintético o semisintético, disponible en una amplia variedad de presentaciones, muy utilizado en la elaboración de productos industriales.

2.2.3. Características de los plásticos

Los plásticos se caracterizan por la relación entre resistencia y densidad, excelentes aisladores térmicos y eléctricos. Las moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales son termoplásticos estas se ablandan al calor, mientras que las entrecruzadas son termoestables que se endurecen con calor.

2.2.4. Tipos de plásticos

Existe una variedad de plásticos en la industria con diferentes tamaños, color, rigidez, flexibilidad y densidades. Pero solo existen dos tipos de plásticos y pueden ser: termoplásticos, termoestables.

2.2.4.1. Termoplásticos

Son plásticos que se ablandan al calentarse y pueden ser moldeados nuevamente para darles distintas formas. Los tipos de termoplásticos son: polietileno baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno, poliestireno, polietileno tereftalato y cloruro polivinilo.

2.2.4.2. Termoestables

Son plásticos que una vez moldeados no pueden modificar la forma, lo que impide el reprocesamiento, aunque pueden ser reutilizados luego de ser molidos. Los tipos de termoestables son: melamina, resina de poliéster entre otros.

2.2.5. Categorías del plástico

Existen una diversidad de plásticos que se producen en la industria, pero los más comunes son seis. Además cada tipo de plásticos se identifica con un número dentro de un triángulo escrito en la parte de abajo del recipiente donde se indica el tipo de plástico establecida por la sociedad industrial de plástico (SPI), ayuda a identificar y clasificar para el reciclado (ver apéndice 1).

Los tipos de plásticos son los siguientes:

- Polietileno tereftalato (PET)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)
- Polietileno de baja densidad (PEBD)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)
- Cloruro polivinilo (PVC)
- Otros

2.2.5.1. Polietileno tereftalato (PET)

Es uno de los plásticos que tiene mayor demanda en la industria debido a las propiedades físicas y capacidad para cumplir ciertas especificaciones técnicas, es utilizado para la producción de fibras textiles y una diversidad de envases para agua pura, gaseosas, gatore, jugos, etc. Como se muestra en la figura 14.

Figura 14. **Plásticos tipo PET**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.2.5.2. Polietileno de alta densidad (PEAD)

Se utiliza para la elaboración de envases plásticos, en productos de limpieza de hogar, botellas de champú, detergente, cloro y envases de leche, yogurt, agua, y bolsas de basura y de supermercados. Los plásticos polietileno de alta densidad (PEAD) se muestran a continuación en la figura 15.

Figura 15. Plásticos tipo PEAD



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.2.5.3. Policloruro de vinilo (PVC)

El plástico utilizado en limpiadores de ventanas, botellas de detergente, champú, aceites, sillas plásticas, bolsa para sangre, tubos y mangueras. Aunque no se recicla muy habitualmente. Los artículos fabricados con policloruro de vinilo (PVC) se muestran a continuación en la figura 16.

Figura 16. **Plásticos tipo PVC**

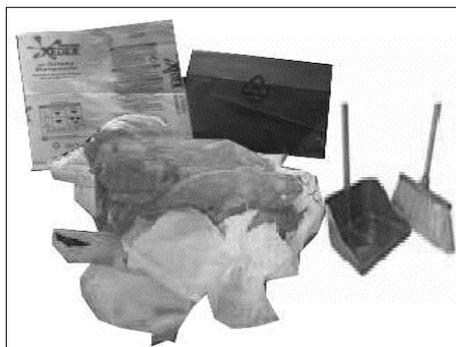


Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.2.5.4. Polietileno de baja densidad (PEBD)

Este plástico se puede encontrar en algunas botellas, recogedor para basura, escobas, bolsa de empaque para detergentes y bolsas muy diversas, para comida congelada. Como se muestra en la figura 17.

Figura 17. **Plásticos tipo PEBD**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.2.5.5. Polipropileno (PP)

Es utilizado en una variedad de aplicaciones por el alto punto de fusión permite producir envases capaces de contener líquidos y alimentos calientes. Se suele utilizar en la producción de envases para yogurt, champú, tapas, contenedores para basura, canastas, platos, etc.

A continuación se muestra en la figura 18 los distintos plásticos fabricados con polipropileno (PP).

Figura 18. Plásticos tipo PP



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.2.5.6. Poliestireno (PS)

Este tipo de plástico es utilizado en estuche para disco compacto, platos y vasos desechables, por el bajo punto de fusión hace posible que pueda derretirse en contacto con el calor.

A continuación se muestra en la figura 19 los plásticos poliestireno (PS).

Figura 19. **Plásticos tipo PS**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.2.5.7. **Otros tipos de plásticos**

Este tipo de plástico es producido por combinación con otras sustancias por lo tanto es difícil de reciclar de los cuales se encuentran DVD, gafas, MP3 y ciertos envases de alimentos, garrafones. Como se muestra en la figura 20.

Figura 20. **Otros tipos de plásticos**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.2.6. Métodos de reciclaje

Existen tres tipos de reciclaje y recuperación de los residuos plásticos: reciclaje mecánico, químico y por incineración. De estos métodos el que más se utiliza frecuentemente en Guatemala el método de reciclaje mecánico por ser un método económico y genera ingresos para las empresas y personas individuales que se dediquen a reciclar plásticos.

2.2.6.1. Reciclaje mecánico

Es un proceso físico mediante el cual, los plásticos son recuperados, este método es utilizado exclusivamente para los plásticos termoplásticos.

2.2.6.2. Reciclaje químico

Se trata de diferentes procesos mediante los cuales las moléculas de los polímeros son craqueadas, dando origen nuevamente a materia prima que puede ser utilizada para producir nuevos plásticos.

2.2.6.3. Incineración

Consiste en quemar los residuos plásticos para generar energía. Es una forma de eliminar aquellos residuos plásticos que no se pueden reciclar, ya que no todos los residuos plásticos que se generan se pueden reciclar.

2.2.7. Disponibilidad de los residuos plásticos

Las fuentes de generación de los residuos plásticos son: los hogares, el comercio, colegios, escuelas, universidades, restaurantes, cafeterías. Además se pueden obtener a comerciantes y empresas mayoristas que se dediquen a la venta de plásticos reciclado.

2.2.8. Problemas con el reciclaje de los residuos plásticos

Existe una variedad de diferentes productos plásticos en el mercado. Entre estos es posible solamente recuperar los más comunes (PET, PEAD, PEBD, PP, PS), que se puedan separar completamente según los diferentes materiales. Un reciclaje completo del plástico no es posible.

- El material reciclado no es apto para la producción de recipiente que tenga contacto con alimentos.
- Conservan químicos agrícolas dentro de un recipiente de plástico, este plástico quedará contaminado con los químicos.

2.3. Adoquín

Es un elemento individual de concreto prefabricado, que usa para conformar superficies como parte de un pavimento con ventajas constructivas y de gran durabilidad.

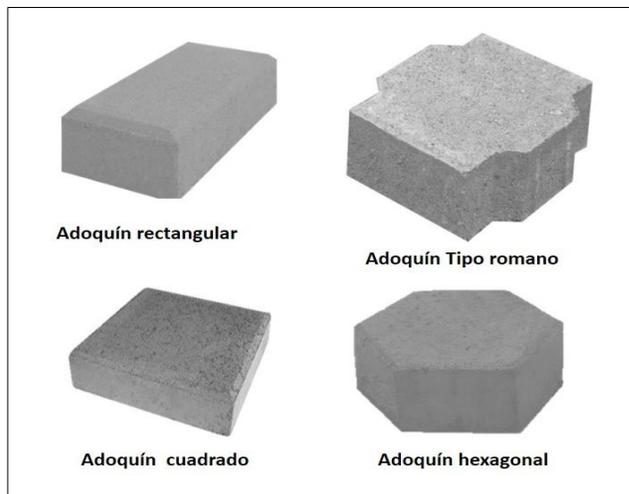
2.3.1. Forma y geometría del adoquín

Actualmente en el mercado existe adoquín de concreto. El adoquín de concreto es fabricado a base de concreto de alta resistencia de 300 a 500 kg/cm², utilizando moldes de madera, concreto, metal, etc. durante el proceso se emplean diferentes métodos que van del colado directo, hasta la utilización de maquinaria.

Actualmente se fabrican en gran diversidad de formas y tamaños, las formas geométricas más utilizadas son: rectangular, cuadrado, hexagonal, tipo romano etc. Pero la escogencia del tipo de adoquín depende del uso que se le dará al pavimento, según el gusto del usuario.

En la siguiente figura 21 se presentan algunos formas geométricas del adoquín de concreto.

Figura 21. Forma geométrica del adoquín



Fuente: elaboración propia, con programa de Livepix.

2.3.2. Uso y aplicaciones del adoquín

El adoquín de concreto es utilizado en construcciones donde se requieran pisos y resistentes al tráfico. Algunos sitios donde se aplican son: residenciales, industrias, pasos peatonales, parques, vías de accesos para automóviles, parqueos, banquetas, jardines.

A continuación se muestra en la figura 22 algunas aplicaciones del adoquín de concreto dentro y fuera del campus central de la USAC.

Figura 22. **Uso y aplicaciones del adoquín**



Fuente: Aguilar Batres, zona 12.

2.3.3. Aspectos técnicos

Los aspectos técnicos como geometría y dimensiones para el adoquín plástico deben ser similar del adoquín de concreto, ya que es un producto sustituto. Para este tipo de adoquines existe cierta normativa, según la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 41086 (ver anexo 4). Largo, ancho y espesor real, no debe ser mayor de 250 mm, ni menor de 50 mm.

A continuación se muestra en la tabla las dimensiones del adoquín de concreto definida en la Norma Técnica Guatemalteca.

Tabla III. Dimensiones del adoquín de concreto

LONGITUD mm	ANCHO mm	ESPESOR mm
< = 250	< = 250	> = 50

Fuente: elaboración propia.

2.4. Investigación de mercado

Se llevó a cabo una investigación de mercado para ingresar el nuevo material al mercado, partiendo en conocer el ambiente en los factores políticos y económicos, sociales y demográficos.

2.4.1. Aspectos políticos y económicos

En el ámbito político y económico, Guatemala presenta actualmente un entorno favorable. Según información publicada por el Banco de Guatemala, al finalizar el mes de febrero del 2014, el ritmo inflacionario fue inferior en 0,68 % a comparación en febrero de 2013 (4,18 %) (ver anexo 2).

Según la proyección del Banco de Guatemala, el Producto Interno Bruto (PIB) para este 2014 registrará un crecimiento en 3,5 % y para 2015 se mantendrá en 3,5 %, (ver anexo 3). Este crecimiento de la actividad económica se debe a sectores como industria, agricultura, comercio, servicios y otros.

El sector de la micro, pequeña y mediana empresa (mipyme) ocupa un lugar importante en la economía de Guatemala, pues genera más del 75 % del empleo y representa un aproximado del 40 % del Producto Interno Bruto.

Las pequeñas empresas son propiedad de hombres en el 70 % de los casos y el otro 30 % son de mujeres. Guatemala ha ido recuperando el ritmo de crecimiento, la inflación ha disminuido y el tipo de cambio ha tenido una variación poco significativa.

La inversión del Gobierno en promover las pequeñas y medianas empresas y en crear condiciones favorables para el acceso a mercados, son factores que representan una oportunidad para los pequeños empresarios.

2.4.2. Aspectos sociales y demográficos

La extensión territorial de Guatemala es de 108 889 km², dividida en ocho regiones, 22 departamentos y 338 municipios. Guatemala es un país multicultural y multiétnico. El mayor número de la población se concentra en el departamento de Guatemala con 3 306 616 habitantes. La población es joven, con una edad media de 18 años.

La actividad agrícola es la principal actividad económica de la población rural. Más del 70 % de la población total está relacionada a la actividad agrícola. Un aproximado de 40 % de la Población Económicamente Activa (PEA) se desempeña en el sector agrícola.

Un aproximado de 50 % de la población tiene poder adquisitivo sumamente limitado, de tal forma que a la hora de incursionar el nuevo material en el mercado este factor se debe tomar en cuenta.

2.4.3. Identificación del comprador

En el sector de la construcción e infraestructura se pueden identificar dos tipos de compradores.

- Clientes directos: son todos los que adquieren el nuevo material para la venta a terceros. Entre este grupo se encuentran las distribuidoras, almacenes, bodegas que venden materiales para la construcción.

- Clientes finales: son los que compran el producto para un uso final. Programas de construcción de interés social, constructoras encargadas de ejecutar proyectos financiados, instituciones públicas, instituciones privadas, personas que realizan modificaciones menores.

2.4.4. Análisis de la competencia

Actualmente en Guatemala no existe una empresa sólida que se dedica a la fabricación de adoquines plásticos, por lo tanto al ser único en el mercado no tiene competencia, pues se podría tomar como productos sustitutos de los adoquines de concreto existentes en el mercado, los cuales variarían en el precio y en el peso, y también las características son inferiores con respecto a los tradicionales de concreto.

Las mayores productoras de adoquines de concreto en Guatemala se encuentran situados en el atlántico del país entre otras microempresas cuya producción es mínima.

2.4.5. Proveedores de materia prima

Los proveedores de la materia prima están conformados por las empresas recicladoras de plásticos que se dedican a la venta de estos materiales en grandes volúmenes como: Diso S.A, Eco Reprocesos S.A, Recicladora San José, Recipa, entre otros.

Además las personas particulares, que se dedican a la recolección de los plásticos en pequeñas cantidades y los que se generán dentro del campus central de USAC.

2.4.6. Recopilación de la información

Para la recopilación de información se necesitó de la utilización de fuentes de información como: internet, libros, encuestas, empresas y personas particulares que se dedican a la venta de materiales de construcción como el adoquín, blocks, ladrillo y otros.

2.4.7. Segmentación de mercado

El mercado objetivo para el nuevo material está enfocado al sector de la construcción conformado por hombres de 25-60 años, específicamente a distribuidores de materiales de construcción y personas particulares que realizan modificaciones o construcciones.

2.4.8. Determinación de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se dirigió al sector de la construcción, específicamente distribuidoras de materiales de construcción y personas particulares que demandan materiales para construcción que pertenezcan a la zona 1,2, 10, 4 ,7 de Mixco y zona 11 y 12 de la ciudad capital de Guatemala, se logró establecer a través de un sondeo que existe un aproximado de 20 distribuidoras de materiales de construcción.

- Cálculo de la muestra

Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q}{E^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

Z = 1,96 (representa una confianza del 95 %)

P = proporción poblacional (probabilidad de ocurrencia), se utilizará 50 %

Q = complemento de la proporción poblacional (probabilidad de no ocurrencia) se utiliza 100 % - P = 50 %

E = Límite de error aceptado 0,18 para una confianza del 95 %.

$$n = \frac{(1,96)^2 (0,50) (0,50)}{(0,18)^2} = \frac{0,9604}{0,0324} = 30 \text{ personas}$$

El tamaño de la muestra es 30 personas

2.4.9. Diseño de la encuesta

Se diseñó una encuesta para una muestra de 30 hombres de 25-60 años conformado por distribuidores de materiales de construcción y personas que a diario realizan modificaciones o construcciones.

A continuación se muestra en la figura 23 el diseño de la encuesta.

Figura 23. Diseño de encuesta

Encuesta de adoquín plástico

Nombre: _____ No. de encuesta: _____
Fecha: _____

Buenos días/tardes. Mi nombre es Luis Aguilar, soy estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En esta oportunidad estoy haciendo una encuesta de valoración de un adoquín plástico que está fabricado de plástico reciclado y podría utilizarse para banquetas, jardines, parques etc. me gustaría que responda las siguientes preguntas. El tiempo que durará la encuesta será de 5 minutos aproximadamente. Agradezco de antemano la colaboración.

1. ¿Que le parece esta idea ?

- Excelente
- Buena
- Regular
- Mala

2. ¿ Donde le gustaria adquirir este producto?

- Fabricas
- Internet
- Distribuidora de productos de construcción
- Almacenes de construcción

3. A traves de que medio o medios le gustaria recibir informacion sobre el producto

- E-mail
- Anuncios
- Television
- Boletin
- Redes sociales

4. Partiendo de la base que el precio del producto le satisfaga, ¿lo compraria?

- Si
- No

5. ¿ Cual de los siguientes productos a comprado o vendido mas?

- Ladrillo
- Adoquín de concreto
- blocks
- otros

6. ¿Cuál de estas formas de adoquín utiliza o vende mas ?

 otro

7. Por favor, mencione cual o cuales son las razones por las que no le atrae el producto.

- No lo necesito
- Poca información
- Desconfianza
- No convence

Fuente: elaboración propia.

2.4.10. Análisis de resultados de encuesta

Después de tabular los datos de la encuesta se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación.

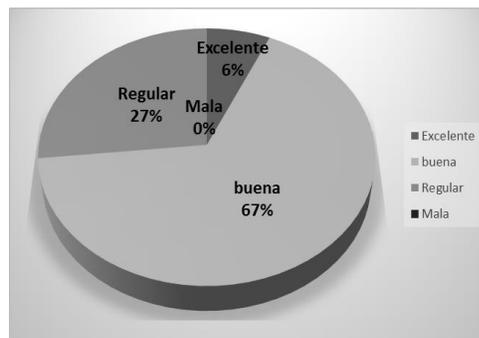
Tabla IV. **Resultados de la pregunta 1**

Excelente	2
Buena	20
Regular	8
Mala	0
TOTAL	30

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos en la pregunta 1. Como se muestra en la figura 24.

Figura 24. **Gráfica aceptación de idea**



Fuente: elaboración propia.

Partiendo de la idea, para medir la aceptación hacia el nuevo ecomaterial como lo es el adoquín plástico se consideró necesario realizar una pregunta sobre la aceptación o no de la idea.

Se midió el grado de aceptación de la idea, obteniéndose como resultado que un 67 % de los encuestados calificaron la idea de buena, y 0 % de mala, lo cual es favorable al momento de comercializar el producto.

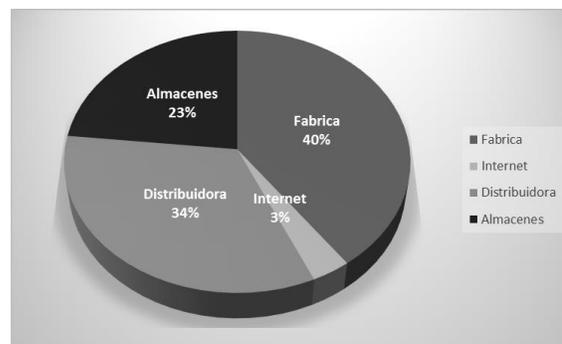
Tabla V. **Resultados de la pregunta 2**

Fabrica	12
Internet	1
Distribuidora	10
Almacenes	7
TOTAL	30

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos en la pregunta 2. Como se muestra en la figura 25.

Figura 25. **Gráfica sitio para adquirir el material**



Fuente: elaboración propia.

Mediante esta pregunta se quiere conocer la postura de los encuestados sobre el sitio para adquirir el material. Se puede observar que a partir de los resultados obtenido. El 40 % de los encuestados respondió en una fábrica, 34 % mostraron interés en adquirirlo en distribuidoras y el 23 % en almacenes de materiales de construcción. Además el 3 % vía internet

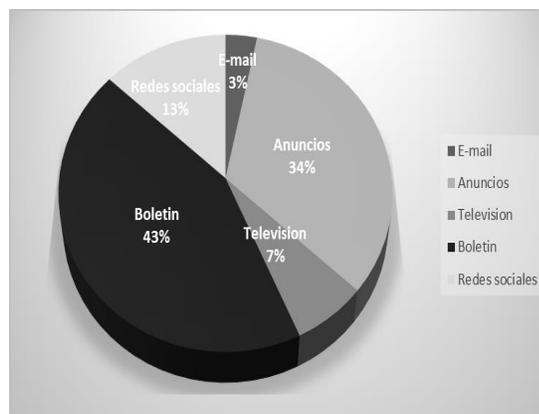
Tabla VI. **Resultados de la pregunta 3**

E-mail	1
Anuncios	10
Televisión	2
Boletín	13
Redes sociales	4
TOTAL	30

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos en la pregunta 3. Como se muestra en la figura 26.

Figura 26. **Gráfica medios para recibir información**



Fuente: elaboración propia.

Con esta pregunta se pretende conocer el medio o los medios de información para dar conocer el material, 43 % de los encuestados respondió por medio de boletines, 34 % por anuncios, 13 % redes sociales, 7 % por televisión y 3 % por mail.

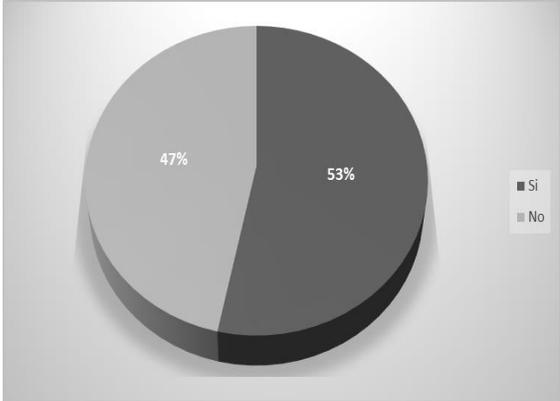
Tabla VII. **Resultados de la pregunta 4**

Si	16
No	14
TOTAL	30

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos en la pregunta 4. Como se muestra en la figura 27.

Figura 27. **Gráfica adquisición del adoquín plástico**



Fuente: elaboración propia.

Mediante esta pregunta se quiere conocer la postura de los encuestados sobre la adquisición del material. Se puede observar que a partir de los resultados obtenido. El 47 % de los encuestados respondió que no tiene interés de adquirirlo y 53 % mostraron interés en adquirir el material. Lo cual representa poco favorable para los propósitos.

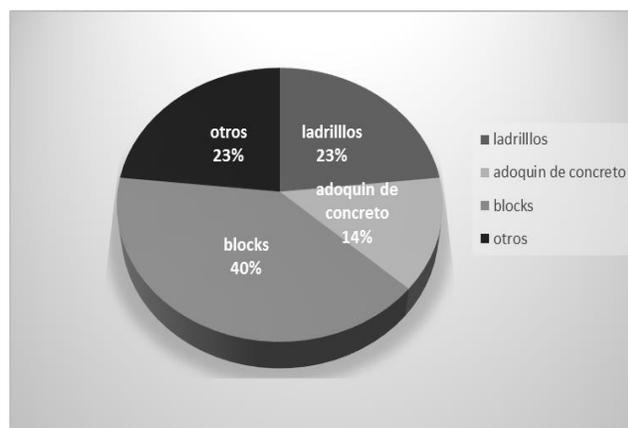
Tabla VIII. **Resultados de la pregunta 5**

Ladrillos	7
adoquín de concreto	4
Blocks	12
Otros	7
TOTAL	30

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos en la pregunta 5. Como se muestra en la figura 28.

Figura 28. **Gráfica adquisición de otros materiales**



Fuente: elaboración propia.

Mediante esta pregunta se quiere conocer qué materiales adquieren la mayor cantidad los encuestados. Se puede observar que a partir de los resultados obtenido. El 40 % de los encuestados respondió block, 23 % ladrillos y otro tipo de material, 14 % adoquín de concreto.

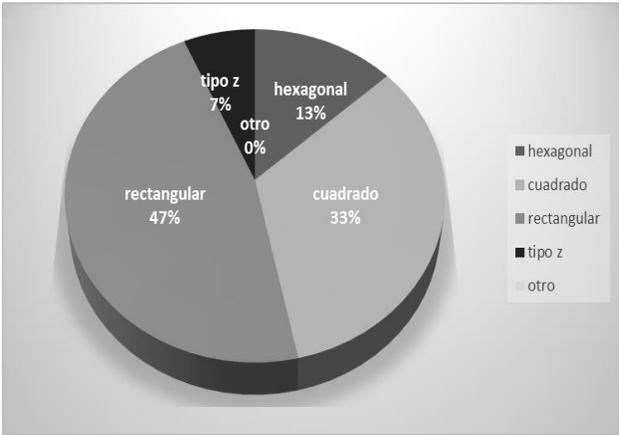
Tabla IX. **Resultados de la pregunta 6**

hexagonal	4
cuadrado	10
rectangular	14
tipo z	2
otro	0
TOTAL	30

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos en la pregunta 6. Como se muestra en la figura 28.

Figura 29. **Gráfica formas de adoquines**



Fuente: elaboración propia

Con esta pregunta se pretende analizar cuál es el tipo de adoquín más utilizados por los encuestados. Se puede ver a partir de los resultados el 47 % utilizan más adoquín rectangular.

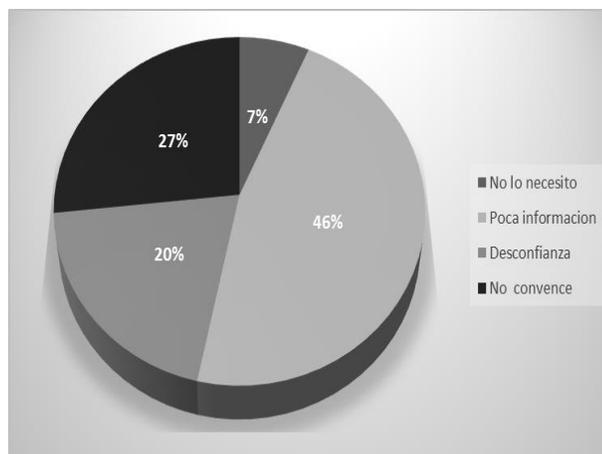
Tabla X. **Resultados de la pregunta 7**

No lo necesito	2
Poca información	14
Desconfianza	6
No convence	8
TOTAL	30

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presentan gráficamente los resultados obtenidos en la pregunta 7. Como se muestra en la figura 30.

Figura 30. **Gráfica razones por lo cual no adquiere el nuevo material**



Fuente: elaboración propia.

Con esta pregunta se pretende analizar las razones por lo cual los encuestados no adquieran el nuevo material. Se puede ver a partir de los resultados el 46 % de los encuestados respondió que existe poca información en el mercado.

Conclusión: mediante las encuestas realizadas el grado de aceptación de la idea obteniéndose como resultado un 67 % de los encuestados calificó la idea de buena, y 0 % de mala, lo cual es favorable al momento de comercializar el producto. Sin embargo cuando se les planteo la pregunta si estaría dispuesto a adquirir el producto el 47 % de los encuestados respondió que no tiene interés de adquirirlo y 53 % mostraron interés. Asimismo se les planteó cuales eran los motivos para no adquirir el producto y el 46 % respondió que existe poca información.

Finalmente después de analizar el mercado es necesarios buscar estrategias para dar a conocer el nuevo material y las ventajas. Ya que las respuestas vislumbran un panorama poco favorable para la incursión del adoquín plástico en el mercado.

2.5. Propuesta diseño del proceso de transformación de residuos plásticos en adoquín plástico

El proceso se diseña para ser utilizado en la fabricación del prototipo del adoquín plástico a base de desechos plásticos con la finalidad de aprovechar los desechos plásticos generado dentro de las instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad, Centro de Investigaciones, campus central de la USAC, y otros.

2.5.1. Maquinaria y equipos utilizados

La maquinaria y equipos utilizados para llevar a cabo la fabricación del prototipo del adoquín plástico son: horno eléctrico, molde, mascarillas, guantes.

A continuación se describen las funciones de los equipos utilizados en el proceso.

- Horno eléctrico: se empleó para fundir los residuos plásticos triturados a 250 °C aproximadamente en un tiempo entre 25 a 30 minutos.
- Molde: se utilizó para el prototipo del adoquín plástico al momento de fundir los residuos plásticos.
- Mascarilla: se usó para evitar intoxicaciones durante el proceso de fundición y retiro del material en el horno eléctrico.
- Guantes: se utilizaron para evitar quemaduras e inhalación de humo tóxico, generados por los residuos plásticos fundidos en el horno eléctrico.

2.5.2. Herramientas y materiales

Las herramientas y materiales utilizadas para llevar a cabo el prototipo del adoquín plástico son: residuos plástico triturado, tijeras, sierra eléctrica.

- Residuos plásticos triturados: se utilizaron los residuos plásticos, recolectados en el campus central de USAC y de la sección de gestión de la calidad.

- Tijeras: se emplearon para cortar los envases plásticos PET, anteriormente limpiados, para llevar a cabo el proceso de triturado necesario para fabricación del prototipo del adoquín plástico.
- Sierra eléctrica: se empleó para cortar los envases plásticos de alta densidad (PEAD), baja densidad (PEBD). Anteriormente limpiados, para llevar a cabo el proceso de triturado.

2.5.3. Descripción del diseño de proceso de adoquín plástico

La fabricación del prototipo del adoquín plástico se encuentra dividida en dos etapas.

- Recolección, separación, limpieza, almacenamiento, trituración de residuos plásticos.
- Ensayos iniciales para la fabricación de los prototipos de adoquines plásticos.

2.5.3.1. Recolección de residuos plásticos

La recolección de los residuos plásticos se realizó de la manera siguiente.

- Recolección de residuos sólidos plásticos generados en las instalaciones de la cafetería Gitano, ubicado en el edificio S-12, M3, y edificio de farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en horario de 8:00 AM a 11:00 AM dando como resultado un promedio de 4 libras de plástico por semana.

- Recolección de residuos plásticos utilizados por estudiantes que realizaron proyecto de tesis o EPS siendo un promedio de 20 libras de desechos plásticos en un día.
- Recolección de residuos plásticos de todo tipo generado por las secciones del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.
- Recolección residuos plásticos generados de las distintas actividades realizadas en la sección de gestión de la calidad.

La recolección de los residuos plásticos se muestra a continuación en la figura 31.

Figura 31. **Recolección de residuos plásticos**



Fuente: Café Gitano, edificio M-3, USAC.

2.5.3.2. Separación de residuos plásticos

La utilización de los residuos plásticos como materia prima requirió un proceso de selección previa, ya que el mismo viene mezclado con otros materiales como papel, vidrio y residuos líquidos. La separación de los diversos tipos de materiales se realizó manualmente, utilizando equipo de protección. Como se muestra a continuación en la figura 32.

Figura 32. **Separación de residuos plásticos**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2.5.3.3. Limpieza de residuos plásticos

La limpieza de los residuos plásticos se realizó de forma manual, para eliminar los residuos metálicos, líquidos o sólidos existentes en algunos residuos plásticos. Como se muestra a continuación en la figura 33.

Figura 33. Limpieza de residuos plásticos



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2.5.3.4. Almacenamiento de residuos plásticos

Después de haber realizado la limpieza y verificación de los residuos plásticos respectivamente, se procedió a colocarlos en forma ordenada en el área asignada para el almacenar. Como se muestra en la figura 34.

Figura 34. Almacenamiento de residuos plásticos



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2.5.3.5. Trituración de residuos plásticos

Para llevar a cabo la trituración de los residuos plásticos recolectados fue necesario hacerlo de dos formas.

- Realizarlo de forma manual los residuos plásticos como: polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno tereftalato (PET).
- Usando una cierra eléctrica para los residuos plásticos como: polipropileno (PP), polietileno de alta densidad (PEAD).

La trituración de los residuos plásticos se muestra a continuación en la figura 35.

Figura 35. Trituración de residuos plásticos



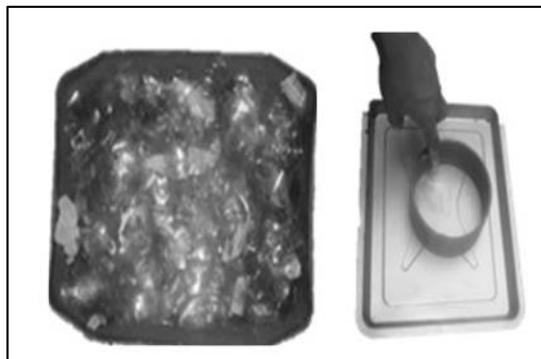
Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2.5.4. Ensayos iniciales para el proceso de fabricación de adoquines plásticos

Se inició con los ensayos iniciales después tener suficiente material triturado y tener preparado los equipos para realizar el primer ensayo, luego se procedió a realizar el segundo, tercer ensayo respectivamente hasta llegar a obtener el prototipo del adoquín plástico deseado. A continuación se describen los pasos realizado en los ensayos.

- Primer ensayo
 - Seleccionar los materiales plásticos triturados, el 75 % es tipo PET y el complemento de otros tipos en un recipiente conjuntamente con el molde a utilizar. Como se muestra en la figura 36.

Figura 36. **Selección de materia prima y molde**



Fuente: Sección de Gestión de Calidad.

- Transportar los residuos plásticos seleccionado al área asignado para la fundición.

La transportación de los residuos plásticos se muestra a continuación en la figura 37.

Figura 37. **Transportación de materia prima**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Conectar y encender horno eléctrico, asignando tiempo de precalentamiento de 10 minutos. Como se muestra en la figura 38.

Figura 38. **Conexión de horno eléctrico**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Colocar la mezcla de los residuos plásticos mencionado anteriormente, en pequeñas porciones hasta llenar el molde. Como se observa en la figura 39.

Figura 39. **Colocación de residuos plásticos en el molde**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Inspeccionar, todo lo realizado anteriormente sea de manera correcta. Como se muestra en la figura 40.

Figura 40. **Inspección de equipos y residuos plásticos**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Colocar el molde dentro del horno, accionar el botón a temperatura de 250 °C y con tiempo aproximado 25 minutos. Como se observa en la figura 41.

Figura 41. **Colocación de molde dentro del horno**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Al término del tiempo establecido, se inspecciona que se hayan fundido los residuos plásticos en totalidad. Como se observa en la figura 42.

Figura 42. **Inspección de fundición de residuos plásticos**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- En la figura 43 se observa como retirar el material fundido y colocar en el espacio asignado.

Figura 43. **Colocación en el espacio asignado**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Esperar el tiempo estipulado (aproximadamente de 15 minutos) para el enfriamiento y luego desmontar el molde. Como se muestra en la figura 44.

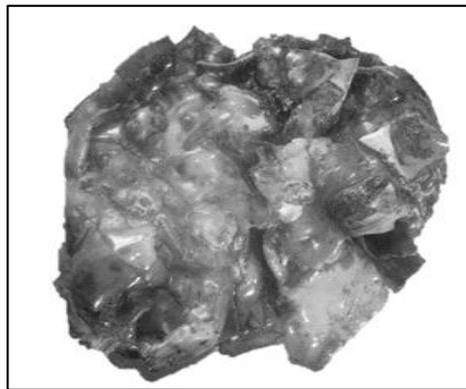
Figura 44. **Desmontar molde**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

Enfriada la muestra a temperatura ambiente durante 15 minutos se procedió al desmolde, con una apariencia cristalina, quemada, al tacto se quebraba. Por lo que se concluyó que la proporción plástico tipo PET debe ser una mínima cantidad. Como se muestra en la figura 45.

Figura 45. **Resultado primer ensayo**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Segundo ensayo

En el siguiente ensayo, se mezcló polietileno de baja densidad (PEAD), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y otros. Siguiendo el mismo proceso realizado en el primer ensayo hasta llegar a obtener la muestra del adoquín plástico, enfriada a temperatura ambiente durante 15 minutos, se procedió al desmolde, obteniendo resultado con fisuras y se quebraba, llegando a la conclusión que el factor tiempo fue importante ya que se le asignó mayor tiempo.

A continuación en la figura 46 se muestra el resultado del segundo ensayo.

Figura 46. **Resultado segundo ensayo**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Tercer ensayo

En el siguiente ensayo, se mezcló polietileno de baja densidad (PEBD), alta densidad (PEAD) y polipropileno (PP), siguiendo el mismo proceso realizado en el primer ensayo hasta llegar a obtener la muestra del adoquín plástico, enfriada a temperatura ambiente durante 20 minutos se procedió al desmolde, obteniendo una prueba más sólida y resistente, pero sin textura. A continuación en la figura 47 se muestra el resultado final del ensayo.

Figura 47. **Resultado tercer ensayo**



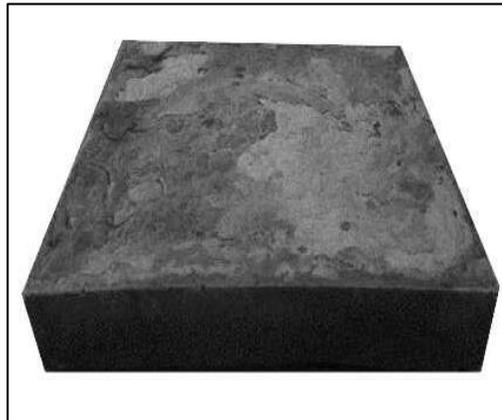
Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Cuarto ensayo

En el siguiente ensayo se mezcló polietileno de baja densidad (PEBD), alta densidad (PEAD), polipropileno (PP), siguiendo el mismo proceso realizado en el primer ensayo con la única diferencia es el diseño del molde hasta llegar a obtener la muestra del adoquín plástico, enfriada a temperatura ambiente durante 20 minutos, se procedió al desmolde, obteniendo resultado sólido, resistente, sin fisura y con textura áspera llegando así obtener el resultado esperado. Concluyendo que 100 % de los residuos plásticos está compuesto por PEAD, PBD, PP.

A continuación en la figura 48 se muestra el resultado final del ensayo.

Figura 48. **Resultado cuarto ensayo**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos se llegó a las conclusiones siguientes:

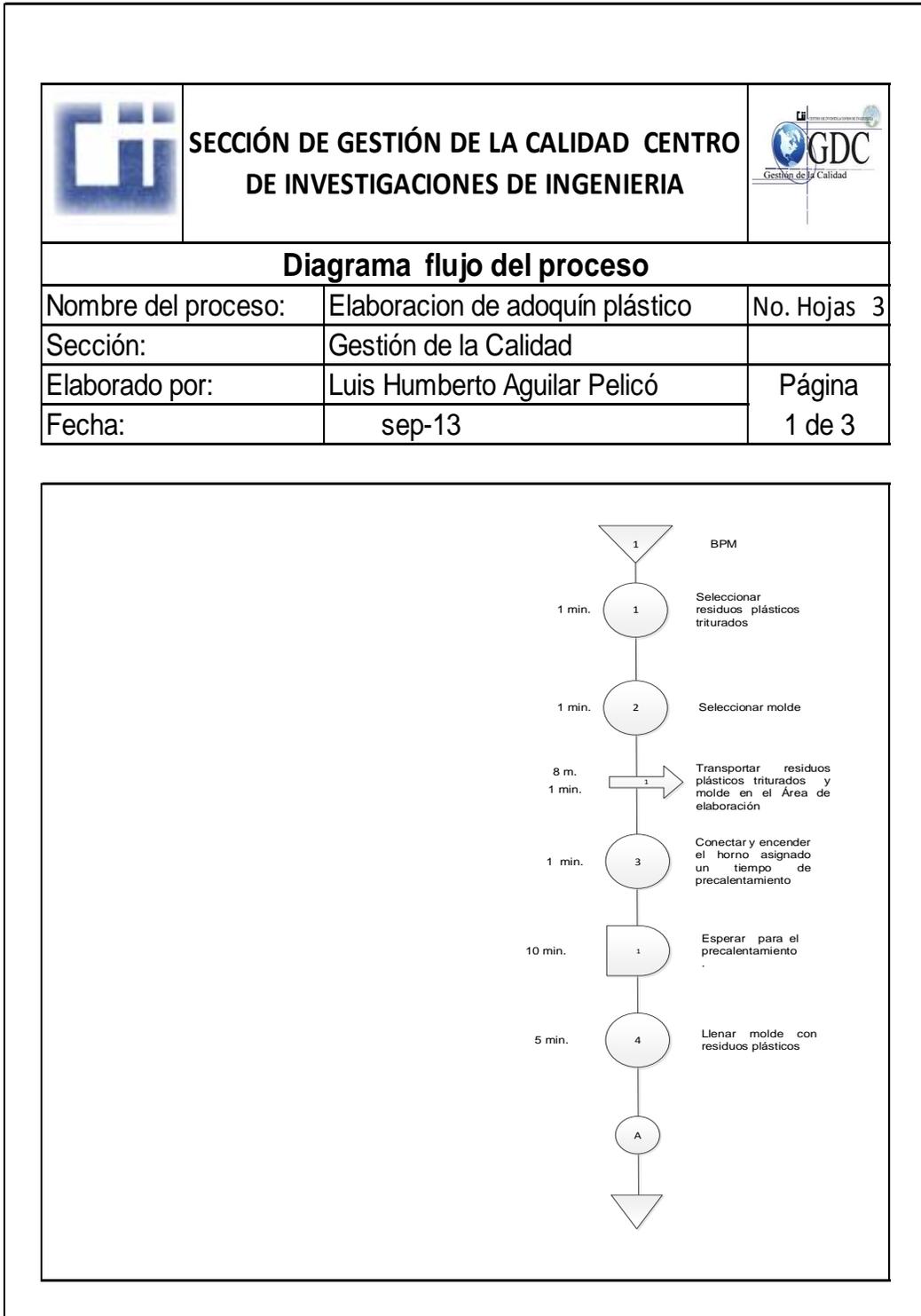
- Para utilizar los residuos plásticos tipos PET es necesario tomar en cuenta el tiempo y la temperatura de fundición debido a la estructura como cuando el PET se encuentra a una temperatura entre los 85 °C y los 220 °C, las moléculas tienden a alinearse para formar una estructura cristalina y también considerar la maquinaria a utilizar para la fundición del material ya que influye en el resultado esperado.
- Los resultados obtenidos en el cuarto ensayo fueron los esperados para los propósitos de obtener un prototipo del adoquín con apariencia sólida, resistente, sin fisura. Utilizando desechos plásticos como: polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP). Cabe destacar que la utilización de estos tipos de residuos plásticos se debió a la maquinaria que se utilizó no contaba con los requerimientos necesarios para residuos plásticos como el PET.

2.5.5. Diagrama de flujo del proceso

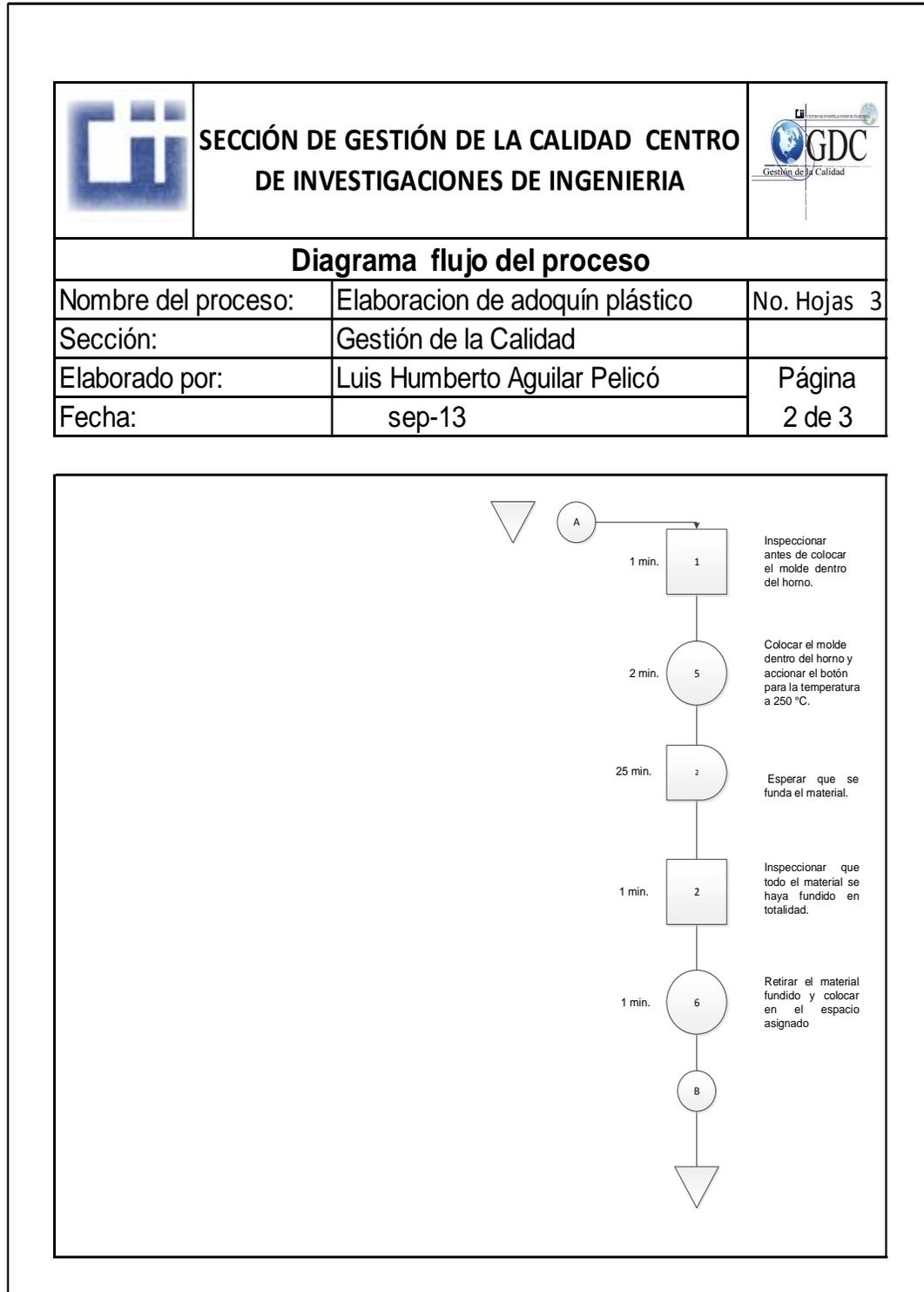
En el diagrama de flujo muestra la secuencia de todas las actividades, inspecciones, tiempos y materiales, los movimientos y las demoras que sufrió la materia prima hasta convertirse en adoquín plástico.

A continuación en la figura 49 se presenta el diagrama de flujo para la fabricación del prototipo del adoquín plástico en la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 49. Diagrama de flujo del proceso



Continuación de la figura 49.



Continuación de la figura 49.



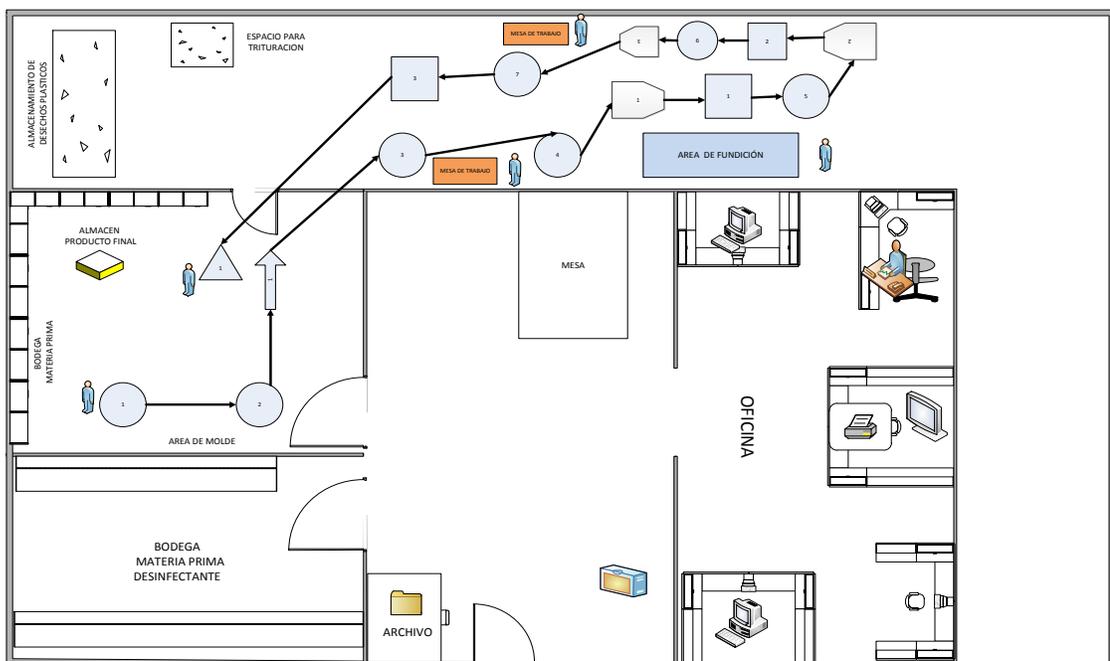
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

2.5.6. Diagrama de recorrido

En el presente diagrama se muestra gráficamente el área de almacenamiento del material triturado, luego el recorrido realizado en el área donde se encuentran ubicados los equipos y como complemento las operaciones que se realizó en cada uno de los equipos para la fabricación del prototipo del adoquín plástico y finalizando con el almacenamiento del producto terminado, utilizando un plano de las instalaciones.

A continuación en la figura 50 se presenta el diagrama de recorrido para la fabricación del prototipo del adoquín plástico en la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 50. Diagrama de recorrido del proceso



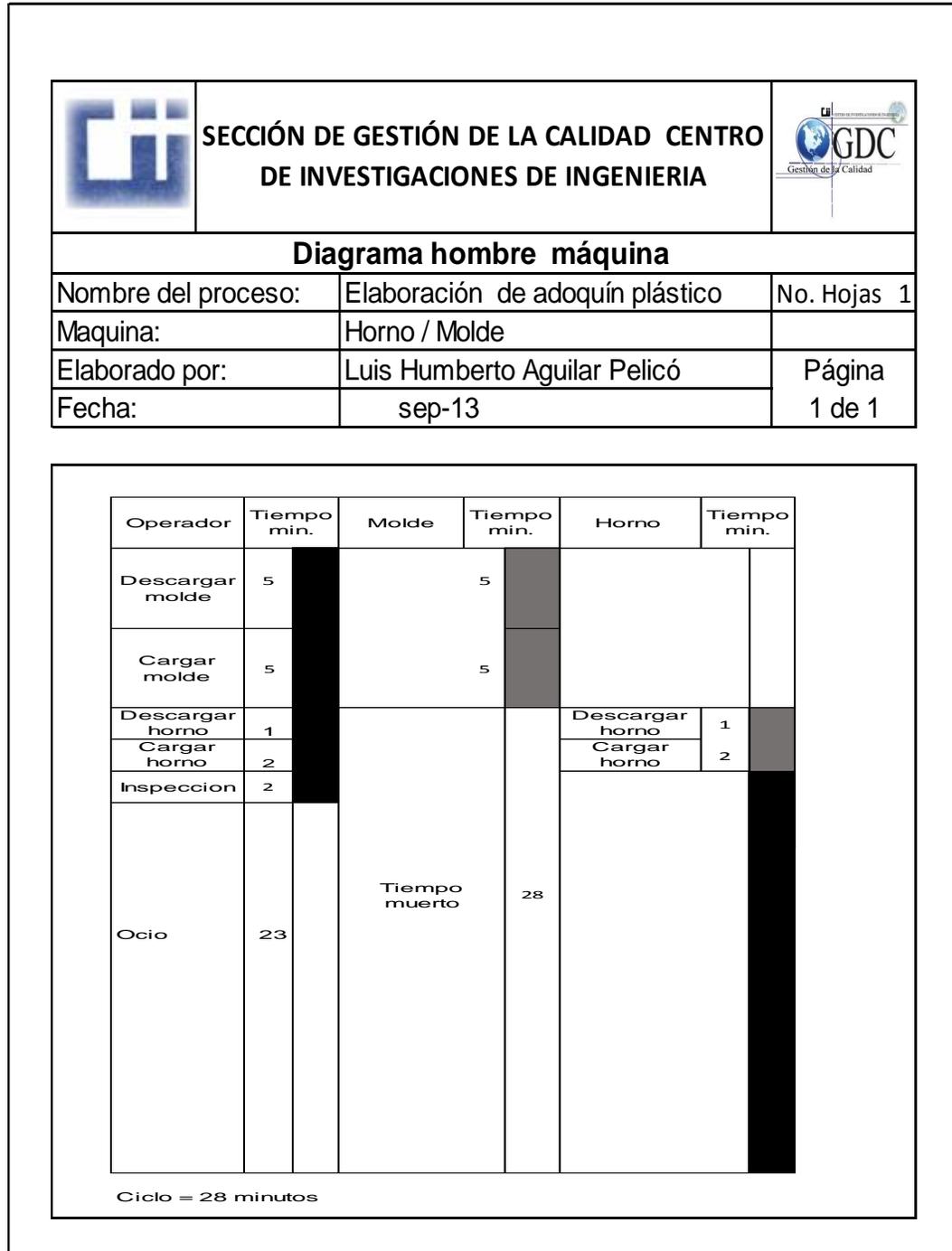
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

2.5.7. Diagrama hombre máquina

En el diagrama hombre máquina muestra la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombre y máquina, permite conocer el tiempo empleado por cada uno; es decir, saber el tiempo invertido por el hombre y el utilizado por la máquina.

A continuación el diagrama hombre máquina se muestra en la figura 51.

Figura 51. Diagrama hombre máquina



Fuente: elaboración propia, con programa de Excel.

2.5.9. Diagrama bimanual molde

Este muestra todos los movimientos realizados con la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. Para el llenado del molde con los residuos plásticos. Como se muestra en la figura 53.

Figura 53. Diagrama bimanual molde



Fuente: elaboración propia, con programa de Excel.

2.5.10. Características del nuevo material

El adoquín a base de residuos plásticos que pretende fabricar la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería, basado en el análisis de la investigación del mercado y de la realización del prototipo. El adoquín que tenga las características siguientes.

- **Peso**

El peso de los adoquines elaborados con plásticos reciclados son livianos por el bajo peso específico de la materia prima. Es sustancialmente menor al del adoquín de concreto que se usan para la misma función.

- **Conductividad térmica**

Por ser un material plástico que tiene la cualidad de conducir mal el calor debido al ordenamiento de estructura molecular, por lo que es un excelente aislante térmico permitiendo minimizar la salida de calor al medio ambiente.

- **Resistencia mecánica**

Una resistencia menor a los adoquines de concreto debido a la constitución del plástico, pero suficiente para ser utilizados como los adoquines de concreto.

2.6. Propuesta de mercado

Después del análisis de la investigación de mercado que se realizó, se propone que el mercado principal para distribución del adoquín plástico son todos los que adquirieren para venta a terceros. Como distribuidoras, almacenes, bodegas que venden materiales para la construcción. Y además los que compran el producto para un uso final, constructoras encargadas de ejecutar proyectos de construcción financiada, instituciones públicas, instituciones privadas, personas que a diario realizan modificaciones o construcciones menores en unidades.

2.7. Propuesta de maquinaria y equipos

Para una línea de producción será necesario contar con las siguientes maquinarias y equipos que permitan la fabricación del adoquín plástico como: molino de corte de plásticos, extrusora o máquina para fundir el plástico y molde. A continuación se hace la propuesta de las maquinarias y equipos a adquirir a futuro por la Sección de Gestión de la Calidad.

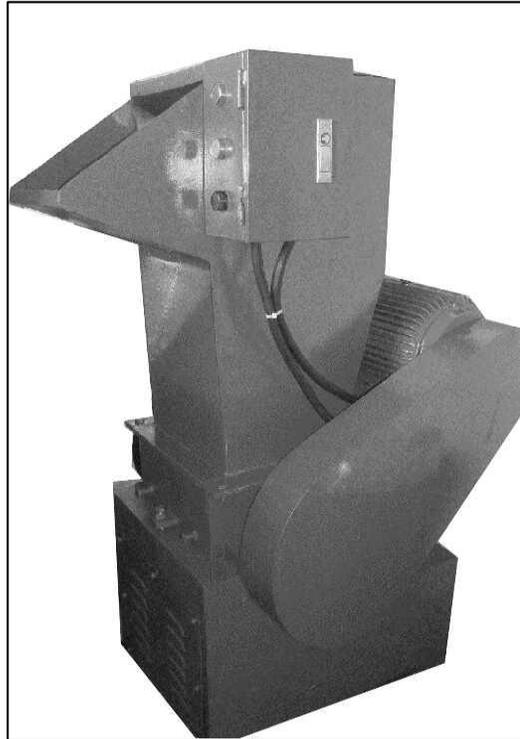
A continuación se describen de las funciones de las maquinarias y equipos de ellas:

2.7.1. Molino de corte

Esta máquina permitirá la trituración de los residuos plásticos en tamaños reducidos en forma homogénea que han sido verificados y limpiados anteriormente.

A continuación en la figura 54 se presenta el molino de corte para la trituración de plásticos.

Figura 54. **Molino de corte**



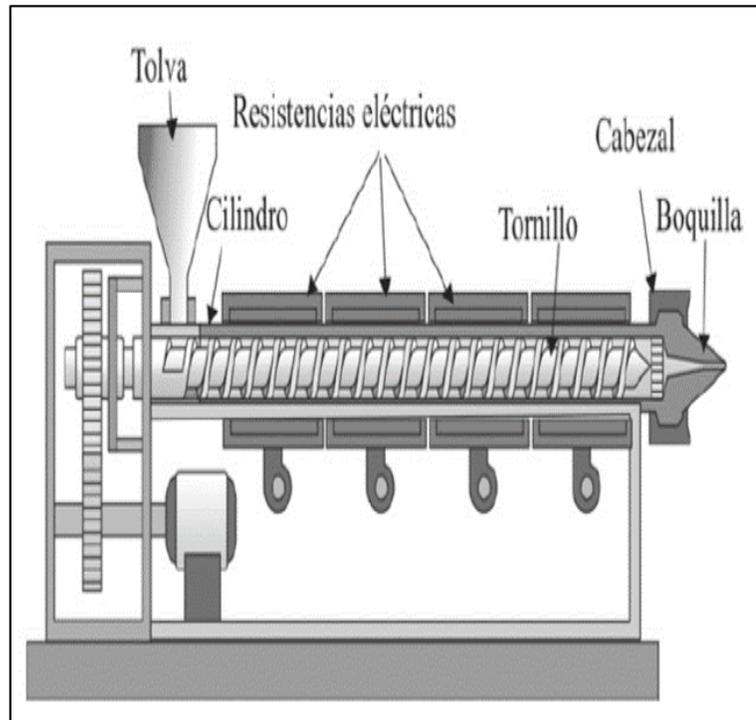
Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2.7.2. Extrusora

Los residuos plásticos triturados previamente pasan a la extrusora o máquina para fundir el material dentro de una cámara de calentamiento por medio de un embolo o tornillo sin fin, convirtiendo en una masa densa y pastosa para ser moldeado.

A continuación se muestra en la figura 55 una extrusora para fundir plásticos.

Figura 55. **Extrusora**



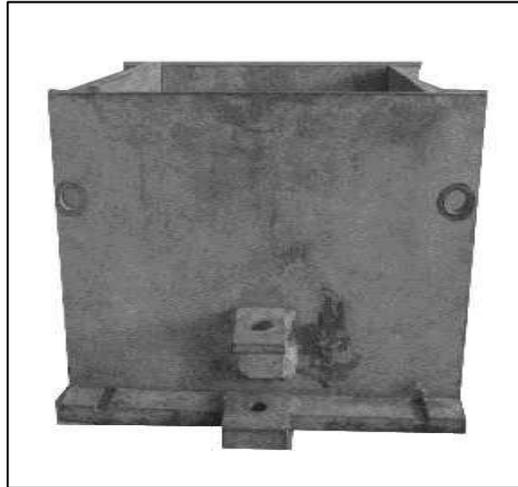
Fuente: BELTRAN M. y ARCILLA A. *Tecnología de los Polímeros*. p.84.

2.7.3. **Molde**

Este equipo se emplea para recibir el material fundido y darle forma geométrica a la misma.

A continuación se muestra en la figura 56 del molde a utilizar para la fabricación de los adoquines plásticos.

Figura 56. **Molde**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

2.7.3.1. Forma geométrica del molde

La forma geométrica del molde puede variar según el requerimiento del mercado. Tomando como referencia los diseños y forma geométrica de los moldes que se utilizan para fabricar los adoquines de concreto. Dentro de las cuales destacan: molde cuadrado, hexagonal, rectangular.

2.7.3.2. Dimensiones del molde

Basado en las medidas estándar que recomienda la Norma COGUANOR 41086 para un adoquín de concreto (ver anexo 4). Para la fabricación del molde se pueden considerar estas medidas para garantizar una producción estandarizada.

2.7.4. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas de las maquinarias y equipos propuestos se describen en las fichas técnicas que presentan toda la información técnica. A continuación se presenta las fichas técnicas.

- Ficha técnica molino de corte

Los datos contenidos en la ficha técnica son: nombre del equipo, marca, modelo, capacidad de producción, peso, entrada de flujo, cantidad de cuchillas y dimensiones.

A continuación en la tabla XI se presenta las especificaciones técnicas del molino de corte.

Tabla XI. **Especificaciones técnicas de molino de corte**

 MOLINO DE CORTE									
Nombre del equipo: Molino de Corte	Especificaciones								
Marca: Universal									
Modelo: FS-3									
	Produccion: 150 Kg/hr (Aprox.) Peso de la maquina: 400 kg Entrada de flujo: 400*300 mm Cantidad cuchillas: 5 Pc Dimensiones: (L x A x H) 110 x 70 x 145 cm								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Motor principal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motor: Trifásico</td> </tr> <tr> <td>Corriente: 15,4 A</td> </tr> <tr> <td>Potencia: 7,5 Kw ,10 HP</td> </tr> <tr> <td>Voltaje: 220 v</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia: 60 Hz</td> </tr> <tr> <td>Peso: 78 kg</td> </tr> <tr> <td>Lw : 78 dB</td> </tr> </tbody> </table>	Motor principal	Motor: Trifásico	Corriente: 15,4 A	Potencia: 7,5 Kw ,10 HP	Voltaje: 220 v	Frecuencia: 60 Hz	Peso: 78 kg	Lw : 78 dB
Motor principal									
Motor: Trifásico									
Corriente: 15,4 A									
Potencia: 7,5 Kw ,10 HP									
Voltaje: 220 v									
Frecuencia: 60 Hz									
Peso: 78 kg									
Lw : 78 dB									

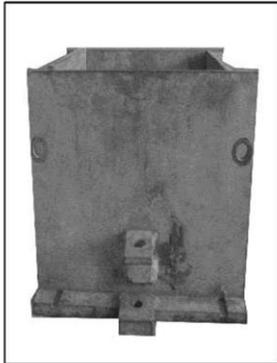
(*) El tamiz del molino es fijo, no puede ser intercambiado.

Fuente: elaboración propia.

- Ficha técnica del molde

Los datos contenidos en la ficha técnica son: conductividad térmica, resistencia al desgaste, tipo de material, densidad del material. A continuación se muestra en la tabla XII las especificaciones técnicas del molde.

Tabla XII. **Especificaciones técnicas de molde**

 MOLDE	
Nombre del equipo: Molde	Especificaciones
Marca: -----	
Modelo: -----	
Dimensiones:(L x A x H)	
20 x 16 x 17 cm	
	Propiedades de los moldes para plástico, fabricados de acero conductividad térmica: 0,07-0.16 Cal/g °C. Facilidad de reparación muy buena. Resistencia al desgaste excelente. Densidad: 7,7-7,85 g/cm ³ Facilidad de maquinar

Fuente: elaboración propia.

2.7.5. Funcionamiento

El funcionamiento de la maquinaria a utilizar para la producción de los adoquines plásticos en la Sección de Gestión de la Calidad. Se presenta a continuación en forma general.

2.7.5.1. Molino de corte

La trituración del material se realiza por corte. El material es introducido por la tolva en su parte superior de alimentación por el operario. Esta cae directamente a la cámara de molienda por lo es necesario que se verifica que el material no contenga elementos principalmente metálicos que puedan dañar el sistema de tren de corte del triturador.

En este momento entra en el campo de acción del rotor con las cuchillas de corte y es triturado. El material es triturado pero el material permanece poco tiempo en la cámara de molienda; apenas alcanza un tamaño menor al de la abertura de malla del tamiz, pasa a través del mismo al recipiente colector.

2.7.5.2. Extrusora

El material triturado es introducido en la tolva en su parte superior, este va directamente a la cámara de calentamiento que posee un tornillo sin fin o embolo, el cual está fabricado de acero. La función del tornillo sin fin o embolo es hacer que el material se convierte en una masa densa y viscosa que fluya hacia el molde durante el proceso.

El tornillo sin fin o embolo obtiene el movimiento circular por medio de un sistema moto reductor, la cual recibe la potencia de un motor de corriente alterna por medio de un juego de fajas que van conectadas a un sistema de poleas que tienen tanto el moto reductor como el motor de corriente alterna.

Las resistencias eléctricas tienen la función de calentar la cámara, reciben voltaje de un contactor instalado en una caja de control, el cual cuenta con un circuito eléctrico para cada resistencia, las termocoplas se utilizan para enviar señales a los pirómetros que van conectados a la cámara e integrados al mismo circuito eléctrico. Los pirómetros se gradúan a la temperatura de entrada y salida (250 - 300 °C) que se funde el material.

2.7.5.3. Molde

La función de alojar el plástico fundido que le manda la máquina de extrusión, y darle la forma y extraerlo una vez solidificado. Los materiales que se emplean, son de hierro y aceros de diferentes características.

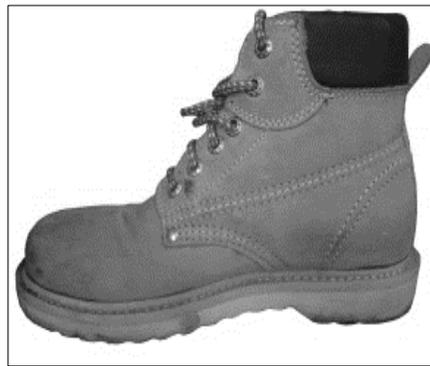
2.7.6. Equipo de protección

La información del equipo de protección personal para proteger al trabajador de accidentes, lesiones o enfermedades que puedan resultar por materiales tóxicos, condiciones físicas inseguras u otros.

A continuación se describen los equipos, con las características y funciones:

- Calzado de protección: son de cuero con protección de punta de acero, para proteger los pies por la caída de herramientas, equipo o accesorios pesados, además de brindar un apoyo seguro al personal. al aislarlo eléctricamente y con suela antideslizante. Como se observa en la figura 57.

Figura 57. **Calzado de protección**



Fuente: elaboración propia.

- Guantes: esta protección es necesaria, contra el calor radiante, y riesgos de heridas, debe ser utilizado por el personal que manipula maquinaria como el molino de corte, y extrusora debido a las altas temperaturas durante el proceso de producción de los adoquines plásticos.

A continuación se muestra en la figura 58 propuesta de los guantes a utilizar en el proceso de producción de adoquines plásticos.

Figura 58. **Guantes para protección**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

- Gafas de protección: los lentes serán utilizadas por los trabajadores del Área de Trituración e Extrusión. La función principal de los lentes de protección es evitar el paso de partículas sólidas suspendidas en el ambiente que afecten el sistema visual del trabajador. Como se observa en la figura 59.

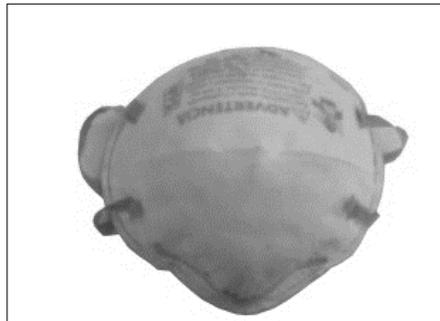
Figura 59. **Gafas de protección**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

- Mascarilla: se utiliza para protegerse de los efectos nocivos causados al respirar aire contaminado, entre otros. Como se observa en la figura 60.

Figura 60. **Mascarilla para protección**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

- Protección para la cabeza: diseñado para proteger al trabajador contra impactos y penetraciones en caso de que algún objeto sólido llegara a golpear la cabeza. Como se observa en la figura 61.

Figura 61. **Protección para la cabeza**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

- Protección para oídos: el nivel de ruido al que está expuesto el operario en la Sección de Gestión de la Calidad, cuando se está utilizando el molino de corte es de 106 dB, el cual representa riesgo para la salud, según este diagnóstico es necesario dotar al personal de protección auditiva ya que el nivel permisible máximo es de 90 dB. Y además con protección auditiva tipo orejeras van mejor para altas frecuencia de 105 dB. Como se muestra en la figura 62.

Figura 62. **Protección para oídos**



Fuente: elaboración propia, Sección de Gestión de la Calidad.

2.8. Personal para la producción del adoquín plástico

Para llevar a cabo la producción de los adoquines plásticos se necesitará de: tres operarios encargados del molino de corte, extrusora y moldeo del material plástico.

A continuación se muestra en la tabla XIII la cantidad de operarios necesario para la producción de los adoquines plásticos.

Tabla XIII. **Cantidad de personal**

Cantidad de personal	Área de trabajo
1	Área de Trituración
1	Área de Extrusión
1	Área de Moldeo

Fuente: elaboración propia.

- **Área de Trituración**

El operador es encargado de ingresar el material en la tolva de alimentación del triturador y luego almacenar el material triturado en el espacio asignado. Como se muestra en la figura 63 la forma de operar el molino de corte por el operario.

Figura 63. **Operador del molino corte**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Área de Extrusión

El operador es encargado de ingresar el material triturado en la tolva de alimentación de la extrusora y manipular los comandos de la máquina para fundir el material.

A continuación se muestra en la figura 64 la forma de operar la extrusora por el operario.

Figura 64. **Operador de la extrusora**



Fuente: <http://i.ytimg.com/vi/WP-EiAXjiWo/hqdefault.jpg>. Consultado 12 noviembre 2013.

- Área de Moldeo

El operador es encargado colocar el molde en la boquilla de la extrusora para recepción del material fundido hasta llenar el molde luego retirarlo, ubicando en el espacio asignado para el enfriamiento. Como se muestra en la figura 65.

Figura 65. **Recepción de material fundido**



Fuente: Sección de Gestión de Calidad.

2.9. Costos de la propuesta

El detalle de los costos para la propuesta para producción de los adoquines plásticos en la Sección de Gestión de la Calidad.

2.9.1. Costo de mano de obra

El costo de mano de obra que se necesita para iniciar la producción de los adoquines plásticos se resume en la tabla XIV.

Para el cálculo del salario mensual se debió tomar el salario mínimo para actividades no agrícola Q 74,97 por día, vigente en el período 2014.

$$\text{Salario mensual} = \text{Q } 74,97 / \text{día} * 365 \text{ días} / 12 \text{ meses} = \text{Q } 2\,280,34$$

$$\text{Salario mensual} = \text{Q } 2\,280,34 + \text{Q } 250 \text{ bonificación} = \text{Q } 2\,530,34$$

Tabla XIV. Costo de mano de obra

cantidad	Descripción	Salario
1	Operador de molino de corte	2 530,34
1	Operador de extrusora	2 530,34
1	Encargado de moldeo	2 530,34
	TOTAL	Q7 591,02

Fuente: elaboración propia.

2.9.2. Costo de materia prima

El costo de materia prima la producción de un adoquín plástico se coloca en la siguiente tabla:

Tabla XV. Costo de materia prima

cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo Total
456 gr	Residuos plásticos	Q 0,50	Q0,50
	TOTAL		Q0,50

Fuente: elaboración propia.

2.9.3. Costo de maquinaria y equipos

El costo de la maquinaria y equipos que se utilizará para la producción de los adoquines plásticos se detalla en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Costo de maquinaria y equipos**

Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo Total
1	Trituradora	Q14 950,00	Q14 950,00
1	Extrusora	Q22 000,00	Q22 000,00
3	Pares de botas punta de acero	Q370,00	Q1 110,00
3	Pares de guantes industriales	Q35,00	Q105,00
3	Lentes para protección	Q20,00	Q60,00
3	Mascarillas N95 contra partículas	Q 6,00	Q18,00
3	Cascos para protección	Q 65,00	Q195,00
	TOTAL		Q38 438,00

Fuente: elaboración propia.

2.9.4. Consolidado de costos

Los costos para la producción de los adoquines plásticos se consolidan en la tabla XVII, la cual proporciona un aproximado de los mismos, tomando en cuenta que tanto los precios de la materia prima, equipo de protección, maquinaria y equipo pueden variar de acuerdo a las condiciones de mercado.

Tabla XVII. **Consolidado de costos**

No.	Descripción	Costo
1	costo de mano de obra	Q7 591,02
2	costo de materia prima	Q0,50
3	costo de maquinaria y equipos	Q38 426,00
	TOTAL	Q46 017,52

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN, PLAN PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

3.1. Situación actual del consumo de energía eléctrica en la Sección de Gestión de la Calidad.

En las instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad, el consumo de la energía está distribuido en iluminación y funcionamiento de los aparatos eléctricos.

A través de la observación directa se pudo constatar que se desperdicia energía con el uso desproporcionado de algunos aparatos eléctricos, no utilización de luminarias ahorradoras y la falta de conciencia del personal sobre el uso adecuado de este recurso.

Ante estas situaciones, la Producción más Limpia propone ayudar a las empresas e instituciones a afrontar los problemas ambientales previniendo la contaminación y el consumo excesivo de recursos.

3.1.1. Producción más Limpia

La aplicación continúa de una estrategia ambiental preventiva que se aplica a los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente, incluyendo el uso eficiente de la energía entre otras.

3.1.2. Eficiencia energética

La eficiencia energética es la habilidad de lograr objetivos productivos empleando la menor cantidad de energía posible.

3.1.3. Iluminación

La iluminación en las instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad es proporcionada por luminarias tipo incandescentes de 100 watts, distribuida en distintas áreas como oficina, bodega, sala de espera.

A continuación se muestra en la figura 66 las áreas donde se encuentra iluminación en la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 66. Iluminación en la Sección de Gestión de la Calidad



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

Se realizaron mediciones con el fin de conocer los niveles de iluminación o flujo luminoso en cada área de la Sección de Gestión de la Calidad, por medio de un luxómetro, los resultados se muestran en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Mediciones de los niveles de iluminación en la Sección de Gestión de la Calidad**

Área	Luz encendida (lx)	Luz apagada (lx)
Oficina	97	67
Sala de espera	184	168
Bodega	95	68
Área de maquinaria y equipos	200

Fuente: elaboración propia, medición con luxómetro.

Basado en las Normas de la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (SMII) recomiendan una iluminación media de 200 luxes en áreas de trabajo de oficina con poca exigencia visual. Si se observa la tabla XVIII los números que están por debajo de 200 indican las áreas donde no se cumple el nivel recomendado por estas normas.

3.1.3.1. Cantidad total de bombillas

La Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería cuenta con un total de 6 luminarias tipo incandescentes de 100 watts, están distribuidas en las distintas áreas como: oficina, sala de espera, bodega.

Según el método de cavidad zonal se calculó la distribución de las luminarias, en base a tipo de trabajo que se realiza en la Sección de Gestión de la Calidad, para determinar si la iluminación existente cumple con el requerimiento del flujo lumínico.

Pasos para la aplicación del método

- Paso 1: determinar el tipo de trabajo

D (200 300 500) lectura, trabajo sencillo de inspección o de banco.

- Paso 2: determinar la fuente luminosa a utilizar

Luminarias incandescentes de 100 watts de potencia

- Paso 3: condiciones ambientales

Ambiente: sucio ----- factor de mantenimiento (f_m):0,6

- Paso 4: determinar características físicas del lugar

Dimensiones

Largo: 8,65 m Ancho: 3,94 Altura: 2,60 m

Altura área de trabajo: 0,70

Luminarias empotradas al techo

Niveles de reflectancias:

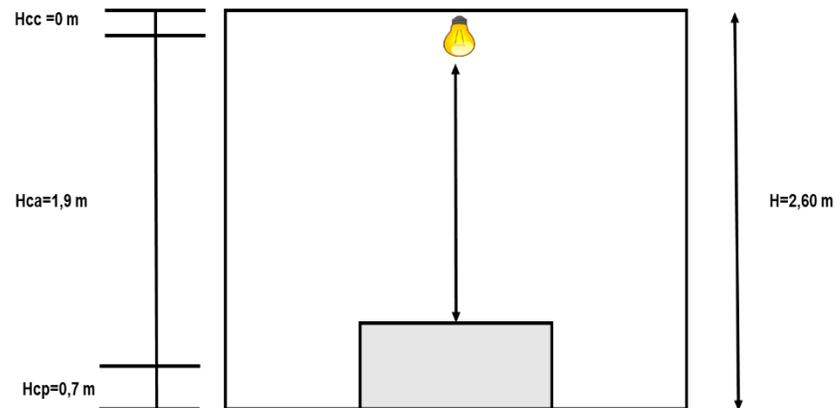
Techo: claro.....0,5 $P_c=50\%$

Pared: blanco hueso....0,5 $P_p=50\%$

Suelo: oscuro.....0,1 $P_f=10\%$

- Paso 5: cálculo de relaciones de cavidad zonal

Figura 67. **Relaciones de cavidad zonal**



Fuente: elaboración propia.

$$R_{ca} = 5 \cdot H_{ca} \cdot (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} \cdot \text{ancho}) = 5 \cdot 1,9 \cdot (8,60 + 3,94) / (8,60 \cdot 3,94) = 3,51$$

$$R_{cp} = 5 \cdot H_{cp} \cdot (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} \cdot \text{ancho}) = 5 \cdot 0,7 \cdot (8,60 + 3,94) / (8,60 \cdot 3,94) = 1,29$$

$$R_{cc} = 5 \cdot H_{cc} \cdot (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} \cdot \text{ancho}) = 5 \cdot 0 \cdot (8,60 + 3,94) / (8,60 \cdot 3,94) = 0$$

- Paso 6: reflectancia efectiva de cavidad de piso

$$P_f = 10$$

$$P_p = 50$$

$$R_{cp} = 1,29$$

Se interceptan estos valores en la tabla XIX de reflectancias efectivas de piso se tiene un valor de: $P_{cc} = 12$

Tabla XIX. **Reflectancias efectivas de piso**

		Pf		
		10		
Rcp	Pp	50	30	10
	0,0	10	10	10
	0,1	10	10	10
	0,2	10	10	9
	0,3	10	10	9
	0,4	11	10	9
	0,5	11	10	9
	0,6	11	10	9
	0,7	11	10	8
	0,8	11	10	8
	0,9	11	9	8
	1,0	11	9	8
	1,1	11	9	8
	1,2	12	9	7
1,3	12	9	7	

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. p.102.

- Paso 7: cálculo de coeficiente de utilización (K)

$$P_{cc}=12 \quad P_p=50 \quad R_{ca}=3,51$$

Tabla XX. **Coeficiente de utilización de luminarias típicas**

		Pcc		
		10		
Rca	Ppp	50	30	10
	1	0,87	0,86	0,85
	2	0,85	0,84	0,83
	3	0,83	0,82	0,80
	4	0,81	0,79	0,78
	5	0,79	0,77	0,75
	6	0,77	0,75	0,73
	7	0,74	0,72	0,70
	8	0,72	0,70	0,68
	9	0,70	0,68	0,66
	10	0,68	0,66	0,64

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. p.103.

Debido a que el valor a tomar de Rca no se encuentra exactamente en la tabla, se debe interpolar entre 3 y 4 para hallar el valor exacto de k.

$$\frac{4 - 3}{0,81 - 0,83} = \frac{3,51 - 3}{k - 0,83}$$

$$K=0,82$$

- Paso 8: cálculo del flujo lumínico

$$\Phi = (\text{área} * \text{Intensidad lumínica deseada}) / \text{factor de mantenimiento} * K$$

$$\Phi = (11 \text{ Mt}^2) * (300 \text{ lux}) / 0,6 * 0,82$$

$$\Phi = 6\,707,00 \text{ lux}$$

- Paso 9: cálculo del número de luminarias necesarias

Potencia de luminarias incandescentes elegida

$$1 \text{ bombilla} \times 100 \text{ watts c/u} = 100 \text{ watts}$$

$$100 \text{ watts} \times 18 \text{ lumens/watts} = 1\,800,00 \text{ lumens/luminaria incandescente}$$

Número de luminarias incandescentes

$$NL = \text{flujo lumínico} / \text{potencia de la luminaria incandescente}$$

$$NL = 6\,707,31 / 1\,800,00$$

$$NL = 4 \text{ bombillas.}$$

El área cubierta por este número de luminarias es igual a:

$$AC = \text{área} / NL$$

$$AC = (2,85 \times 3,95) / 4 = 2,81 \text{ m}^2$$

El espaciamiento entre luminarias es igual:

$$E = \sqrt{AC} = \sqrt{2,81} = 1,67 \text{ m}$$

Número de luminarias longitudinalmente

$$NLL = \text{largo} / E = 2,85 / 1,67 = 1,71$$

NL= 2 luminarias incandescentes

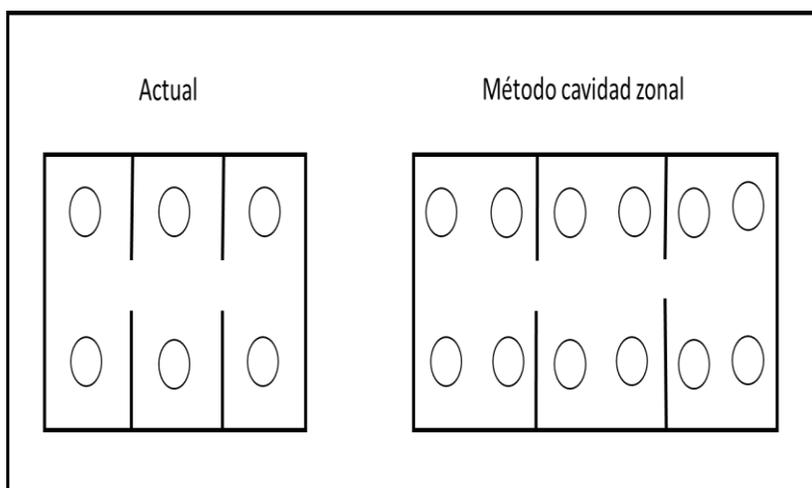
Número de luminarias en el ancho

$$NLA = \text{ancho} / E = 3,94 / 1,67 = 2,36$$

NA= 2 luminarias incandescentes

Actualmente, la iluminación de la Sección de Gestión de la Calidad es proporcionada solamente por 6 luminarias incandescentes, en la figura 68 se muestra la distribución actual en las áreas de oficina, sala de espera y bodega, y la distribución recomendada por el método de cavidad zonal, es decir 4 luminarias por área dando un total de 12 luminarias.

Figura 68. **Distribución de luminarias incandescentes**



Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Aparatos eléctricos

Se realizó el conteo de los aparatos eléctricos que tienen uso en las áreas de oficina y sala de espera de la Sección de Gestión de la Calidad, para determinar un aproximado de consumo energético en cada uno de los aparatos eléctricos.

A continuación se presenta en la tabla XXI la cantidad y tipos de aparatos eléctricos tienen uso en las áreas de oficina y sala de espera de la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Tabla XXI. **Cantidad de aparatos eléctricos**

Aparatos eléctricos	Potencia eléctrica (watts)	Horas encendidas/día	Cantidad
Computadoras	300	8	3
Impresora	77	8	1
UPS	468	8	1
Router	18	24	1
Cafetera	200	1	1
Laptop	100	7	3
Ventilador	36	3	1
Horno microondas	700	1	1
Horno tostador	1 200	2	1
Total de artefactos eléctricos			13

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una descripción del estado actual y el uso desproporcionado de algunos equipos eléctricos.

- Computadoras

Las computadoras no cuentan con un sistema óptimo en hardware y software para desarrollar tareas que se realizan dentro de la Sección de Gestión de la Calidad, que requieran el uso de estos equipos, además las pantallas de los ordenadores se mantienen encendidas cuando no se está realizando ninguna tarea en la misma, esto genera desperdicio de energía. Como se muestra en la siguiente figura 69.

Figura 69. **Computadora de la Sección de Gestión de la Calidad**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- Impresora

El equipo está en constante uso por el personal de la Sección de Gestión de la Calidad, el funcionamiento genera una problemática ya que la demanda de impresiones es mayor a la capacidad del equipo generando desperdicio de recursos como papel y energía.

A continuación se muestra en la figura 70 la impresora que cuenta actualmente la Sección de Gestión de Calidad.

Figura 70. **Impresora de la Sección de Gestión de la Calidad**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

- **UPS**

El desgaste que han tenido los dispositivos UPS, a través del tiempo ha provocado que el funcionamiento de regular y proteger los equipos eléctricos contra las variaciones de la energía ha ido disminuyendo. Esto ha provocado desgaste de los elementos electrónicos de los equipos que dispone la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones.

El dispositivo UPS que se utiliza actualmente en la Sección de Gestión de la Calidad se muestra a continuación en la figura 71.

Figura 71. **Dispositivo UPS**



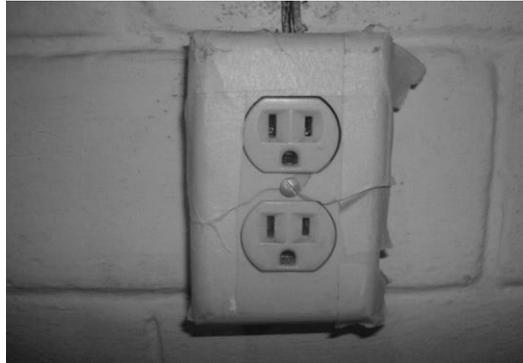
Fuente: Sección de Gestión de Calidad.

- Tomacorrientes

La cantidad de tomacorrientes no son suficientes para la conexión de todos los dispositivos utilizados por el personal, para realización de las actividades diarias en la Sección de Gestión de la Calidad y además algunos tomacorrientes no están bien afianzados en las cajas empotradas en la pared y están en condiciones inseguras.

A continuación se muestra en la figura 72 los tomacorrientes que dispone actualmente la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 72. **Tomacorrientes de la Sección de Gestión de la Calidad**



Fuente : Sección de Gestión de la Calidad.

3.1.5. Determinación de cuantos kW/h aproximados representan en la factura el consumo eléctrico, en la Sección de Gestión de la Calidad

Debido que no se cuenta con un historial del consumo mensual de la Sección de Gestión de la Calidad, ya que el contador que registra dichos consumo se comparte con otras secciones y no se tiene ningún registro.

Para determinar el consumo mensual aproximando se utilizó la fórmula de consumo eléctrico. Se determina multiplicando la potencia de dicho artefacto por la cantidad de horas que esta encendido por la cantidad de artefacto.

A continuación se muestra la fórmula de consumo eléctrico en la figura 73

Figura 73. **Fórmula de consumo eléctrico**

$$\boxed{\text{Energía consumida}} = \boxed{\text{Potencia eléctrica (Watts)}} * \boxed{\text{Tiempo que se mantiene encendido el artefacto(horas)}} * \boxed{\text{Cantidad de artefacto}}$$

Fuente: elaboración propia.

Si la potencia esta expresada en watts (W), para determinar el equivalente en kilowatts (kW), se divide dicha potencia (W) entre 1 000.

En la tabla se presenta el consumo mensual por aparatos eléctricos en kW/h.

Tabla XXII. **Consumo eléctrico mensual (kW/h)**

Aparatos electricos	Cantidad	Potencia eléctrica		Horas encendida/dia	Dias encendida/mes	Consumo mensual kW/h
		Watts	kW			
Luminarias incandescentes	6	100	0,1	2	24	28,8
Computadoras	3	300	0,3	8	24	172,8
Cafetera	1	200	0,2	1	24	4,8
Impresora	1	77	0,07	8	24	14,78
Router	1	18	0,01	24	30	12,96
UPS	1	468	0,46	8	24	89,86
Laptop	3	100	0,1	7	24	50,4
Ventilador	1	36	0,03	3	24	2,59
Horno microondas	1	700	0,7	1	24	16,8
Horno tostador	1	1,200	1,2	2	24	57,6
Total consumo kW/h						451,39

Fuente: elaboración propia.

3.1.6. Pago aproximado mensualmente en Q (quetzales) de energía eléctrica

El pago aproximado en quetzales del consumo de la energía eléctrica en la Sección de Gestión de la Calidad se obtiene mediante datos proporcionado por el pliego tarifarios vigente (ver anexo 1).

En la tabla se presenta el pago aproximado de energía eléctrica en la Sección de Gestión de Calidad.

Tabla XXIII. Pago mensual de energía eléctrica

Detalle de pagos	Precios		Consumos		Importe Q.
Cargo fijo por cliente (sin IVA)	10,42	Q/usuario			10,42
Energía (Sin IVA) primeros 100 KW/h	1,88	Q/kW/h	100	kW/h	188,00
Energía (Sin IVA) kWh restantes	1,88	Q/kW/h	351	kW/h	659,88
Aporte a tarifa social INDE	-1,14	Q/kW/h	100	kW/h	-114,00
Total cargo (Sin IVA)			351	kW/h	744,3
Total cargo (con IVA)					833,62
Contribucion A.P (cobro por cta. de terceros)(Sin IVA)(13,8 %)					102,71
			TOTAL CARGOS DEL MES		936,33

Fuente: elaboración propia.

3.2. Propuesta para la reducción consumo de energía

Después de identificar las áreas de oportunidad se hace una propuesta de sustitución de luminarias y equipos ineficientes por luminarias y equipos de eficiente para un mejor funcionamiento y un menor consumo de energía en la Sección de Gestión de la Calidad.

Además aprovechar luz natural y la implementación de un sistema de rotulación sobre concientización del uso adecuado de este recurso. Dicha propuesta contribuye a la prevención de la contaminación de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera, y por lo tanto, ayuda a minimizar el impacto ecológico y ambiental.

3.2.1. Sustitución de luminarias incandescentes por luminarias fluorescentes

Sustitución de luminarias incandescentes por luminarias fluorescentes en las instalaciones de la sección de gestión de la calidad generara un beneficio ya que las luminarias tipo fluorescentes el consumo es mucho menor que las luminarias incandescentes pero el costo es mayor, las luminarias fluorescentes propiciara ahorro aproximado de hasta un setenta y ocho por ciento de consumo de energía (ver apéndice 2).

Las luminarias tipo fluorescentes propuesto para las instalaciones Sección de Gestión de la Calidad se muestra a continuación en la figura 74.

Figura 74. **Luminaria tipo fluorescente**



Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Uso de equipos eléctricos eficientes

Debido a que la Sección de Gestión de la Calidad cuenta con computadoras, impresoras y otros tipos de equipos. Para garantizar el buen funcionamiento de los equipos eléctricos y menor consumo de energía es importante considerar el uso de dispositivos UPS y tomacorrientes en buen estado.

3.2.2.1. Sustitución de dispositivo UPS

Se realizó propuesta de los dispositivos UPS para las instalaciones de la Sección Gestión de la Calidad que garanticen el buen funcionamiento de los aparatos eléctricos, mejorar la calidad de la energía y evitar pérdida de este recurso.

A continuación se muestra en la figura 75 el dispositivo UPS propuesto para la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 75. **Propuesta de dispositivo UPS**



Fuente:http://www.intelaf.com/precios_stock_resultado.asp?area=UPS.
Consulta: 15 octubre 2013.

3.2.2.2. Colocación adicional de tomacorrientes

Colocar tomacorrientes adicionales para que la distribución de los dispositivos a utilizar por el personal sea adecuada, y no sobrecarga los tomacorrientes que actualmente dispone la Sección de Gestión de la Calidad. Como se muestra en la figura 76.

Figura 76. **Tomacorrientes adicionales**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

3.2.3. Sistema de iluminación eficiente

Un sistema de iluminación eficiente, además de satisfacer necesidades visuales, crea también ambientes saludables, seguros y confortables para el personal de la Sección de Gestión de la Calidad.

3.2.3.1. Uso de luminarias eficiente

La elección de las luminarias es importante para que no se exceda en iluminación y que tampoco por ahorrar energía la iluminación sea deficiente. Debe adaptarse a las necesidades de las instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Según el método de cavidad zonal se calculó la distribución de las luminarias, con base en el tipo de trabajo que se realiza en la Sección de Gestión de la Calidad, para determinar la cantidad de luminarias propuesta para la Sección de Gestión de la Calidad.

Pasos para la aplicación del método

- Paso 1: determinar el tipo de trabajo

D (200 300 500) lectura, trabajo sencillo de inspección o de banco.

- Paso 2: determinar la fuente luminosa a utilizar

Lámpara de gas neón de 4 tubos cada una de 40 watts de potencia por tubo.

- Paso 3: condiciones ambientales

Ambiente: sucio ----- factor de mantenimiento (f_m):0,6

- Paso 4: determinar características físicas del lugar

Dimensiones

Largo: 8,65 m Ancho: 3,94 Altura: 2,60 m

Altura área de trabajo: 0,70

Lámparas empotradas al techo

Niveles de reflectancias:

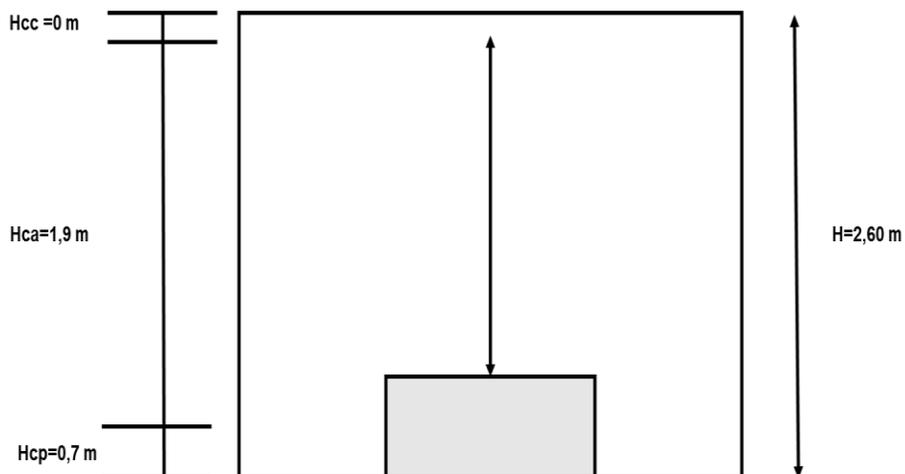
Techo: claro.....0,5 $P_c=50\%$

Pared: blanco hueso....0,5 $P_p=50\%$

Suelo: oscuro.....0,1 $P_f=10\%$

- Paso 5: cálculo de relaciones de cavidad zonal

Figura 77. Relaciones de cavidad zonal



Fuente: elaboración propia.

$$R_{ca} = 5 * H_{ca} * (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} * \text{ancho}) = 5 * 1,9 * (8,60 + 3,94) / (8,60 * 3,94) = 3,51$$

$$R_{cp} = 5 * H_{cp} * (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} * \text{ancho}) = 5 * 0,7 * (8,60 + 3,94) / (8,60 * 3,94) = 1,29$$

$$R_{cc} = 5 * H_{cc} * (\text{largo} + \text{ancho}) / (\text{largo} * \text{ancho}) = 5 * 0 * (8,60 + 3,94) / (8,60 * 3,94) = 0$$

- Paso 6: reflectancia efectiva de cavidad de piso

$$P_f = 10$$

$$P_p = 50$$

$$R_{cp} = 1,29$$

Se interceptan estos valores en la tabla XXIV de reflectancias efectivas de piso se tiene un valor de: $P_{cc} = 12$

Tabla XXIV. **Reflectancias efectivas de piso**

		Pf		
		10		
Rcp	Pp	50	30	10
	0,0	10	10	10
	0,1	10	10	10
	0,2	10	10	9
	0,3	10	10	9
	0,4	11	10	9
	0,5	11	10	9
	0,6	11	10	9
	0,7	11	10	8
	0,8	11	10	8
	0,9	11	9	8
	1,0	11	9	8
	1,1	11	9	8
	1,2	12	9	7
1,3	12	9	7	

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. p.102.

- Paso 7: cálculo de coeficiente de utilización (K)

$$P_{cc}=12 \quad P_p=50 \quad R_{ca}=3,51$$

Tabla XXV. **Coeficiente de utilización de luminarias típicas**

		Pcc		
		10		
Rca	Ppp	50	30	10
	1	0,87	0,86	0,85
	2	0,85	0,84	0,83
	3	0,83	0,82	0,80
	4	0,81	0,79	0,78
	5	0,79	0,77	0,75
	6	0,77	0,75	0,73
	7	0,74	0,72	0,70
	8	0,72	0,70	0,68
	9	0,70	0,68	0,66
	10	0,68	0,66	0,64

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. p.103.

Debido a que el valor a tomar de Rca no se encuentra exactamente en la tabla, se debe interpolar entre 3 y 4 para hallar el valor exacto de k.

$$\frac{4 - 3}{0,81 - 0,83} = \frac{3,51 - 3}{k - 0,83}$$

$$K=0,82$$

- Paso 8: cálculo del flujo lumínico

$$\Phi = (\text{área} * \text{intensidad lumínica deseada}) / \text{factor de mantenimiento} * K$$

$$\Phi = (11 \text{ m}^2) * (300 \text{ lux}) / 0,6 * 0,82$$

$$\Phi = 6\,707,31 \text{ lux}$$

- Paso 9: cálculo del número de lámparas necesarias

Potencia de luminarias incandescentes elegida

$$4 \text{ lámparas} \times 40 \text{ watts c/u} = 160 \text{ watts}$$

$$160 \text{ watts} \times 80 \text{ lumens/watts} = 12\,800,00 \text{ lumens/lámpara}$$

Número de lámparas

$$NL = \text{flujo lumínico} / \text{potencia de la lámpara}$$

$$NL = 6\,707,31 / 12\,800,00$$

$$NL = 1 \text{ lámpara}$$

El área cubierta por este número de luminarias es igual a:

$$AC = \text{área} / NL$$

$$AC = (2,85 \times 3,95) / 1 = 11,25 \text{ m}^2$$

El espaciamiento entre lámparas es igual:

$$E = \sqrt{AC} = \sqrt{11,25} = 3,35 \text{ m}$$

Número de lámparas longitudinalmente

$$NLL = \text{largo} / E = 2,85 / 3,35 = 0,85$$

$$NL = 1 \text{ lámpara}$$

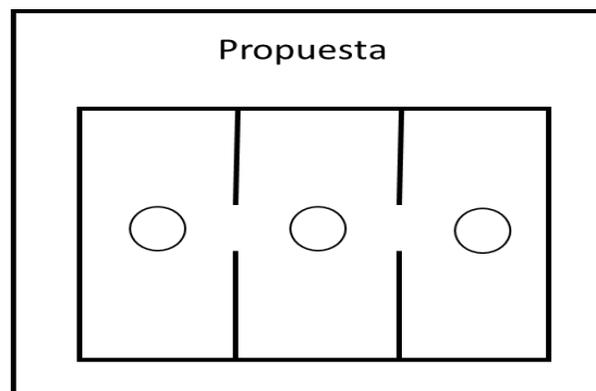
Número de luminarias en el ancho

$$NLA = \text{ancho} / E = 3,94 / 3,35 = 1,18$$

NA= 1 lámpara

En la figura 78 se muestra la distribución de lámparas recomendada por el método de cavidad zonas, utilizando luminarias eficientes en la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 78. **Distribución de lámparas**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2. **Aprovechamiento de luz natural**

Con el fin de disminuir el consumo de la energía eléctrica en la Sección de Gestión de la Calidad es importante aprovechar al máximo la iluminación natural a través de ventanas, techos para que entre la luz solar. Utilizando materiales que permitan la presencia de luz solar.

A continuación se muestra en la figura 79 forma de aprovechar luz natural.

Figura 79. **Aprovechamiento de luz natural**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

3.2.3.3. Mantenimiento de luminarias

Con el paso del tiempo las luminarias se desgastan, asimismo la suciedad que se va depositando sobre las ventanas, y superficies que forma las instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad, esto hace que disminuya la eficiencia energética.

A continuación se mencionan algunas operaciones básicas a tomar en cuenta para el mantenimiento de las luminarias en la Sección de Gestión de la Calidad son:

- Revisar el estado de las luminarias cada cierto periodo.
- Ventanas y paredes deben ser limpiados periódicamente para mantener la transmisión de luz natural.

- Apagar las luces al salir de la Sección y mantener encendidas solo las que se van a ocupar.
- Entre otros

En la siguiente figura 80 se muestra un sistema de iluminación eficiente para las instalaciones de la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 80. **Mantenimiento de luminarias**



Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Sistema de rotulado para el ahorro energético

Concientizar al personal de la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones, por medio de la implementación de rótulos sobre el ahorro y uso eficiente de energía que se desperdicia al mantener encendidas las luminarias incandescentes y las computadoras cuando no se están ocupando.

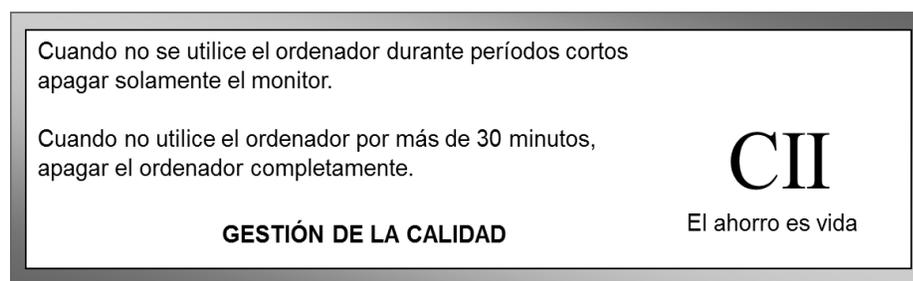
Dicha realización del rotulado se encuentra dividida en dos etapas:

- Diseño de rótulos para el ahorro energético en los equipos de computación y para el área de encendido y apagado de luminarias.
- Recopilación de información, cotización y tipos de materiales a utilizar para la elaboración del rotulado.

El diseño de rotulado se llevó a cabo por medio del programa Microsoft Power Point, llevando un mensaje de concientización sobre el uso adecuado de la energía en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones.

A continuación se muestra en la figura 81 el diseño del rótulo del ahorro energético para los equipos de computación.

Figura 81. **Diseño de rótulo ahorro energético para equipo de computación**



Fuente: elaboración propia.

Así también se muestra en la figura 82 el diseño del rótulo de ahorro energético para el área de apagado y encendido de luminarias de la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 82. **Diseño de rótulo de ahorro energético para el área de apagado y encendido de luminarias**



Fuente: elaboración propia.

La recopilación de la información para la elaboración de los rótulos se llevó a cabo basándose en el material adecuado que genere para una buena percepción para el personal de la Sección de Gestión de Calidad, costo económico, durabilidad y facilidad de corte.

Los materiales utilizados para la elaboración de los rótulos sobre ahorro energético para la Sección de Gestión de la Calidad. Se presenta a continuación.

- 1 rollo de plástico autoadhesivo
- 1 cartucho con tinta
- 1 tijera
- 1 cinta adhesivo ACE
- 4 hojas autoadhesivo avery

El material utilizado para la elaboración de los rótulos se muestra a continuación en la figura 83.

Figura 83. **Material utilizado para la elaboración del rótulo**



Fuente: elaboración propia.

3.2.5. Implementación de sistema de rotulado ahorro energético

La implementación del sistema de rotulado de ahorro energético para los equipos de computación y en el área de apagado y encendido de las luminarias se llevó a cabo en transcurso de un día. Como se muestra en la figura 84.

Figura 84. **Implementación de rotulado en equipos de computación**



Fuente: Sección de Gestión de la Calidad.

Asimismo se muestra en la figura 85 el rotulado de ahorro energético en el área de apagado y encendido de luminarias de la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 85. **Rotulado de ahorro energético en el área de apagado y encendido de luminarias**



Fuente: elaboración propia.

3.3. Costo de la propuesta

A continuación se describen en la siguiente tabla XXVI el detalle de los costos para la propuesta ahorro de energética en la Sección de Gestión de la Calidad, tomando en cuenta que tanto los precios de los artefactos eléctricos y materiales pueden variar de acuerdo a las condiciones de mercado.

Tabla XXVI. Costo de la propuesta

Cantidad	Descripción	Costo unitario Q.	Costo total Q.
	Artefactos eléctricos		
3	UPS centra 750 VA LCD regulador incorp. 6 tomas linea interactiva 375 W	438,00	1 314,00
6	Tomacorriente doble	17,88	107,28
7	Luminarias fluorescentes 20 Watts	27,45	192,15
	Subtotal		1 613,43
	Materiales		
1	Impresión/tinta	225,00	225,00
1	Plástico autohadesivo	17,50	17,50
1	Paquete hojas avery 25 unidades	38,00	38,00
1	Cinta adhesivo ACE	32,00	32,00
	Subtotal		312,50
		Total	1 925,93

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA, PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de las necesidades de capacitación en la Sección de Gestión de la Calidad

Según entrevistas no estructuradas al personal de la Sección de Gestión de la Calidad se llegó a la conclusión: al ser una unidad que brinda servicios, que se dedica a la investigación científica y al desarrollo de productos innovadores en el área de producción y empresa este debe asegurar la calidad de las mismas, por lo tanto es necesario capacitar al personal para que desarrollen una cultura de calidad en la Sección de Gestión de la Calidad. En los temas siguientes:

- Mejora continua
- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Formación técnica

Por medio del jefe de la Sección se estableció un vínculo con la Comisión de Calidad, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), para planificar las capacitaciones.

4.2. Planificación de capacitaciones

La planificación de las capacitaciones se hace como seguimiento a la mejora continua. El principal objetivo es hacer bien las cosas en las actividades que realiza en la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones.

Los temas a tratar para capacitación son los siguientes:

- Mejora continua
- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Formación técnica
- Forma técnica
- Ahorro energético

Se elaboró un tríptico en el programa informático Microsoft Publisher con la finalidad de ilustrar didácticamente la parte teórica y las buenas prácticas del uso racional de la energía en la Sección de Gestión de la Calidad. El tríptico está conformado con los siguientes conceptos.

- Energía

Se da conocer la importancia de la energía en la vida, los elementos de la naturaleza que pueden suministrar energía como: el petróleo, el agua y el gas natural.

- Ahorro energético

Se explicó las ventajas de ahorrar energía, reducir las emisiones contaminantes del dióxido de carbón (CO₂).

- Buenas prácticas para reducir el consumo de energía por iluminación y aparatos eléctricos.

- Apagar la luz cuando no se necesita y aprovechar la luz natural siempre que pueda.
- Utilizar luminarias de bajo consumo.
- Buen manejo del uso del ordenador: apagando el monitor si se ausenta en período cortos (menos de treinta minutos), si es por un período largo se debe de apagar completamente.
- Evitar abrir y cerrar la puerta del horno microondas mientras esté en funcionamiento.
- Apagar el ventilador cuando se ausente más de una hora.

- Costo de energía

Se dio a conocer el costo aproximado dos quetzales por kilovatio/hora que actualmente le cuesta al consumidor.

A continuación se presenta en la figura 86 el diseño de la parte exterior del trifoliar sobre ahorro de energía para la Sección de Gestión de la Calidad.

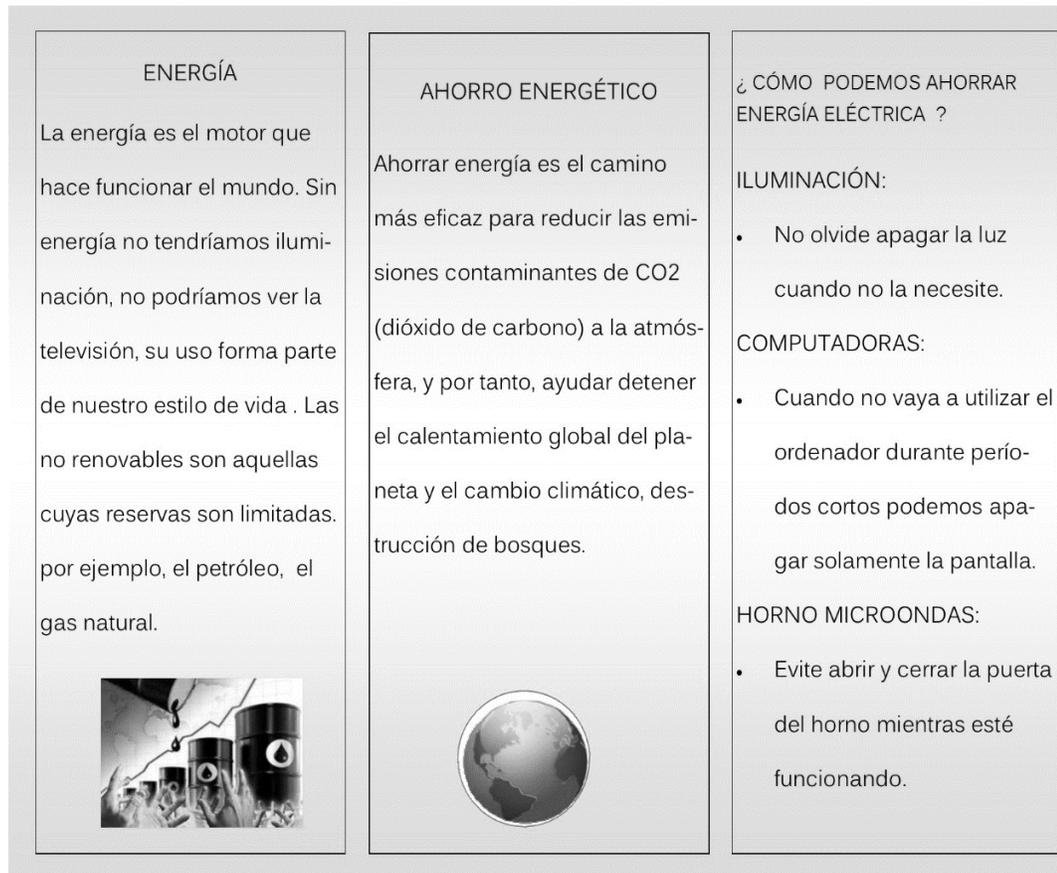
Figura 86. Exterior del trifoliar sobre ahorro energético



Fuente: elaboracion propia.

A continuación se presenta en la figura 87 el diseño de la parte interior del trifoliar sobre ahorro de energía para la Sección de Gestión de la Calidad.

Figura 87. Interior del trifoliar sobre ahorro energético



Fuente: elaboración propia.

4.3. Programación de capacitaciones

Para la programación de las capacitaciones se asignó una fecha para ambos temas, conjuntamente con las personas encargadas de impartir los temas.

A continuación se presenta en la siguiente tabla el cuadro de resumen de las capacitaciones.

Tabla XXVII. **Programación de capacitaciones**

Tema	Modalidad	Ffecha	Lugar	Hora	Impartido por
Liderazgo	Presencial	27/08/2013	Edificio T-3	8:00 a. m.	SENACYT
Enfoque de sistema	Presencial	27/08/2013	Edificio T-3	8:30 a. m.	SENACYT
Mejora continua	Presencial	27/08/2013	Edificio T-3	9:00 a. m.	SENACYT
Enfoque al cliente	Presencial	27/08/2013	Edificio T-3	9:30 a. m.	SENACYT
Norma Técnica Guatemaltecas	Presencial	27/08/2013	Edificio T-3	10:30 a. m.	SENACYT
Ahorro energético	Presencial	21/08/2013	SGC	10:00 a.m	Epesista

Fuente: elaboración propia.

- Desarrollo de las capacitaciones

Se presenta las fotografías de los temas desarrollado en la capacitación, dirigido a jefes de Secciones, trabajadores y personales de la Sección de Gestión de la Calidad y del Centro de Investigaciones.

A continuación se presenta en la figura 88, las fotografías de la capacitación del tema normas técnicas.

Figura 88. **Capacitación sobre norma técnica**

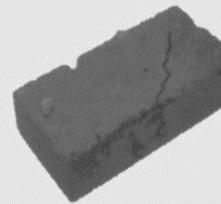


Requisito:

¿Ejemplo de un requisito de una norma técnica?

Defectos superficiales

En los ladrillos no se aceptarán grietas, incrustaciones, saltaduras, ampolladuras u otros defectos superficiales, que puede afectar su resistencia a la compresión o durabilidad.



Continuación de la figura 88.

Las normas técnicas otorgan grandes beneficios a las pequeñas empresas

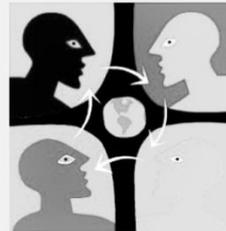
- Facilitan su desarrollo
- Diferencian a las empresas en el mercado
- Aseguran la calidad y seguridad de sus productos
- Facilitan su comercialización en el proceso de apertura de mercados.



ES IMPORTANTE RECORDAR QUE....

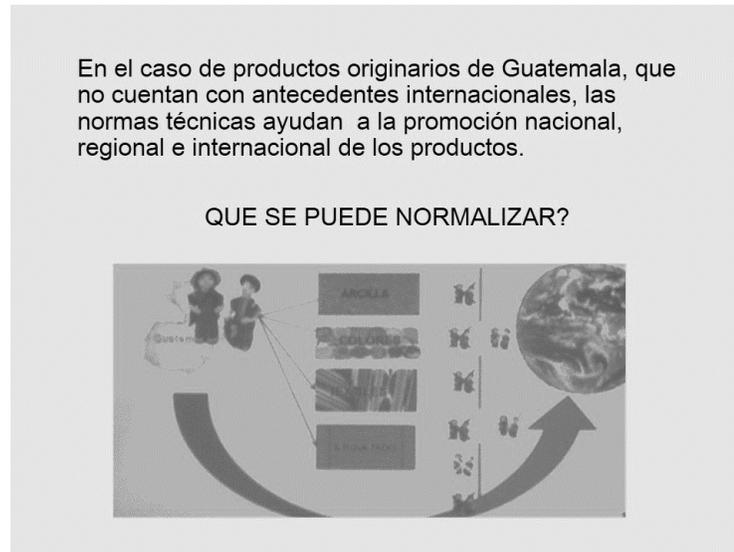
Las normas técnicas son vehículos de comunicación entre:

- Empresas
- Autoridades
- Usuarios y
- Consumidores



Que proporciona un lenguaje común para definir y establecer criterios, conceptos, objetivos etc.

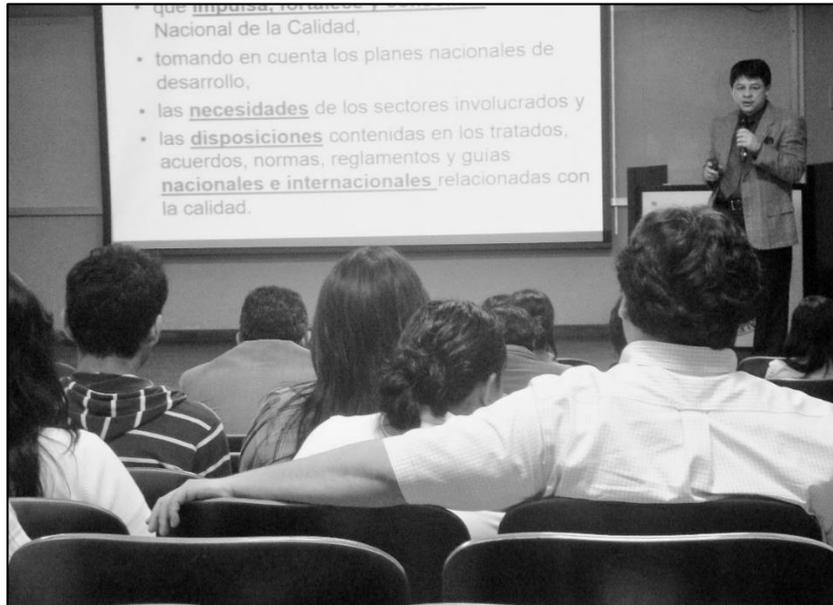
Continuación de la figura 88.



Fuente: salón audio visuales, T-3, Facultad de Ingeniería.

Así mismo se presenta en la figura 89 las fotografías de la capacitación sobre el tema de desarrollo de cultura de calidad.

Figura 89. **Capacitación sobre desarrollo de cultura de calidad**



Todos queremos de una u otra forma ser “mejores”, en nuestra vida familiar, profesional, en el trabajo, en grupos de amigos, deportivos. Etc.

Te invitamos a que nos acompañes en este esfuerzo nacional para “**Hacer las cosas bien desde la primera vez**”



Continuación de la figura 89.

LO PRIMERO ES LO PRIMERO

- Definamos las bases para establecer nuestro Modelo para el desarrollo de la cultura de la calidad en Guatemala
- Estas bases las hemos denominado PILARES.



LIDERAZGO

Los líderes establecen unidad de propósito y la orientación de la organización.

Hay que crear y mantener un ambiente en el que todos pueden involucrarse para lograr los objetivos que se hay trazado.

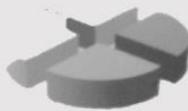


Continuación de la figura 89.

ENFOQUE AL CLIENTE

Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender sus necesidades, a fin de satisfacer los requisitos que demandan y de ser posible esforzarse en exceder sus expectativas.

Derivado de lo anterior es importante que conozcas quien es tu “cliente”



ENFOQUE DE SISTEMA

Consiste en identificar, entender y administrar procesos dentro de una organización, de tal forma de conocer sus interrelación.

Todo proceso debe tener un entrada, un proceso de transformación o cambio y una salida, la que generalmente se transforma en un producto o servicio que se brinda

Continuación de la figura 89.

MEJORA CONTINUA



Se ha dicho que queremos hacer las **“cosas bien desde la primera vez”**

Para lograr esto, es necesario la participación de todos y cada uno de nosotros en todo nivel, para lo cual el modelo defino los siguientes **Actores**.

La organización, colaborador, usuario o consumidor, proveedor.

Ahora toca actuar

- Se ha dicho que queremos **“hacer las cosas bien desde la primera vez”**
- para logara esto, es necesario la participación de todos y cada uno de nosotros en todo nivel, para lo cual el Modelo define los siguientes.
- Organización
- Colaborador
- Usuario o consumidor
- proveedor

Fuente: salón audio visuales, T-3, Facultad de ingeniería.

- Ahorro energético

Se concientizo al personal de la Sección de Gestión de la Calidad, a través de un taller y entrega de un trifoliar, así como la interpretación de rotulado sobre el uso adecuado de la energía.

4.4. Evaluación de capacitaciones

Se realizó una propuesta para evaluar lo visto en la capacitación. Estas evaluaciones las realiza el jefe de la Sección de Gestión de la Calidad.

A continuación se presenta en la tabla XXVIII una propuesta del formato para evaluar la capacitación.

Tabla XXVIII. **Propuesta de formato de evaluación de capacitación**

	SECCIÓN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">NOMBRE DE LA CAPACITACIÓN:</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">NOMBRE DEL CONFERENSISTA:</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">FECHA:</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table>	NOMBRE DE LA CAPACITACIÓN:		NOMBRE DEL CONFERENSISTA:		FECHA:														
NOMBRE DE LA CAPACITACIÓN:																			
NOMBRE DEL CONFERENSISTA:																			
FECHA:																			
<ol style="list-style-type: none"> 1 La capacitación ha tenido un efecto práctico. 2 Usa alguna de las ideas o técnicas que se les presentaron. 3 Se encuentran más abierto en el trabajo que antes. 4 Sienten que la capacitación le brindo un apoyo. 5 Considera el tiempo que invirtio en la capacitación como una parte valiosa de su trabajo. 6 El contenido de la actividad es la adecuada 7 La actividad lleno las expectativas 8 Le gustaria recibir mas capacitación en este tema. 	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">SI</th> <th style="padding: 2px;">NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> </tbody> </table>	SI	NO																
SI	NO																		
<p>9 Que tema de importancia no fueron abordados.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																			
<p>10 Le gustaría que se agregue o descarte en el futuro</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																			
<p>11 Sugerencias o comentarios adicionales relacionado con la capacitación</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																			

Fuente: elaboración propia.

4.5. Costo de capacitación

A continuación se describen los costos que se incurrió para poder brindar a todos los que asistieron a la capacitación.

A continuación se presenta tabla los costos que se incurrió en la capacitación.

Tabla XXIX. Costo de la propuesta de capacitación

REFIGRERIO			
Cantidad	Descripción	Costo unitario Q.	Costo total Q
1	Libra de café	25,00	25,00
5	Libra de azúcar	5,00	25,00
40	Champurradas	0,60	24,00
	Servilletas de papel	20,00	20,00
		TOTAL	Q94,00

Fuente: elaboración propia.

Además al personal de la Sección de Gestión de la Calidad se le hizo entrega de un trifoliar.

12 hojas tamaño carta * Q0,08 + 24 impresiones*Q 1,50 = **Q 37,4**

CONCLUSIONES

1. Mediante el diagnóstico de la situación actual de la Sección de Gestión de la Calidad se identificaron las debilidades, amenazas, oportunidades y fortalezas a través de la herramienta FODA y presentaron las estrategias que debe tomar en cuenta la Sección de Gestión de la Calidad.
2. La falta aprovechamiento de los residuos plásticos desechados en la Sección de Gestión de la Calidad, Centro de Investigaciones y USAC. Se diseñó proceso de transformación de residuos plásticos que presenta las etapas de recolección, separación, limpieza, almacenamiento, trituración de residuos plásticos y ensayos iniciales para la fabricación del prototipo del adoquín plástico.
3. Para asegurar un proceso que cumpla con los requerimientos necesarios para la fabricación del adoquín plástico se debe realizar todos procedimientos. Para ello se diseñó el proceso paso a paso para la transformación de los residuos plásticos como: polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP) para obtener un adoquín óptimo.
4. Debido a que la Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería no cuenta con maquinaria y equipos las cuales son necesarias desarrollar el proyecto. Para la realización del prototipo del adoquín plástico, se utilizó un horno eléctrico, molde y residuos plásticos.

5. La Sección de Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería no contaba rótulos sobre buenas prácticas de consumo de energía. Se diseñó y se implementó un sistema de rotulación sobre buenas prácticas de consumo de energía en los puntos principales de la Sección de Gestión de la calidad.

6. Para conocer el consumo de la energía eléctrica en la Sección de Gestión de la Calidad se debe conocer la cantidad de artefactos eléctricos que utiliza actualmente la Sección. Para ello se realizó el inventario de los artefactos, teniendo como resultado 13 aparatos eléctricos y 6 luminarias incandescentes. A través del cálculo realizado el consumo de energía mensual es de 451,39 KW/h. En base al resultado mencionado anteriormente se propone la utilización de equipos y luminarias eficientes para disminuir el consumo de energía en la Sección de Gestión de la Calidad.

7. A través de la observación directa se pudo constatar que se desperdicia el uso de energía eléctrica, por personal de la Sección de Gestión de la Calidad sobre. Por lo que se diseñó un trífoliar conteniendo información básica sobre energía, ahorro energético y como ahorrar energía aplicando buenas prácticas de consumo de energía. Y además se les concientizo al personal sobre el uso racional de la energía a través de la realización de un taller, teniendo como resultado después de cierto tiempo 2 de cada 10 personas aplicaron las buenas prácticas de consumo.

RECOMENDACIONES

1. La Sección de Gestión de la Calidad debe contar con el apoyo total de la dirección del Centro de Investigaciones, otorgando todos los requerimientos necesarios tanto económicos como en infraestructura, maquinaria y equipos, materiales y recurso humano para desarrollar un Sistema Gestión de Calidad.
2. Crear una planta piloto productora para ejecutar los proyectos que se desarrollan en la Sección de Gestión de la Calidad como: productos de limpieza y otros, además para atender a estudiantes de las carreras de ingenierías.
3. Es necesario la separación de los residuos plásticos utilizado como materia prima para la producción de adoquines plásticos, de otros materiales como metales, cartón y papel para evitar algún daño en la maquinaria a utilizar.
4. Ser consiente en la utilización adecuada de la energía disponible en la sección de gestión de la calidad, aplicando buenas prácticas de consumo ayudará a reducir el consumo de la energía eléctrica y reducir los gastos.
5. Utilizar equipo de protección para la producción de los adoquines plásticos, ya que el material plástico transformado a líquido pastoso genera humo tóxico que a largo plazo presenta consecuencia en la salud.

6. Es necesario la participación de todos para reducir el consumo de los plásticos ya que reciclar no es suficiente, debe existir normas, procedimientos, educación, cultura sobre el consumo de los plásticos en la Sección de Gestión de la Calidad, Centro de Investigaciones y en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Guatemalteca de Normas, *Norma COGUANOR NTG 41086. Adoquines de concreto para pavimentos*. Guatemala: COGUANOR, 2011. 17 p.
2. DOMINGUEZ MACHUCA, Miguel Ángel. *Dirección de operaciones*. México: McGraw-Hill, 1995. 483 p.
3. GARCIA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del tiempo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 442 p.
4. GÓMEZ ANTÓN, María rosa. *Educación medio ambiental: los plásticos y su reciclado*. 2001. 258 p.
5. GUIDO, Jack; CLEMENTS, James. *Administración exitosa de proyectos*. México: Thomson, 1995. 427 p.
6. MELENDEZ ESPINOZA, Ingrid Lorena. *Estandarización de los cursos e innovación de la estructura organizacional para la unidad de servicio de apoyo al estudiante y servicio de apoyo al profesor (SAE/SAP) utilizando las 9's de calidad*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 201 p.

7. RACANCOJ ALONZO, Amílcar Leonardo. *Fabricación de productos de plástico a base de plásticos termoplásticos, procedentes de los desechos sólidos de la ciudad de Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 27 p.

8. RUBIO PELAEZ, Luis Fernando. *Aplicación de producción más limpia en la unidad de EPS de la facultad de ingeniería de la universidad de san Carlos de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 211 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Codificación de los plásticos

Apéndice 2. Estimación de ahorro energético

Apéndice 1. Codificación de los plásticos

Imagen	Tipo / nombre	Usos / Aplicaciones
	 PET Polietileno tereftalato	Envases para: gaseosas, aceite, gatorade, agua pura, frascos de mayonesa, salsas, fibras textiles, envases al vacío, bolsas para horno, bandejas para microondas.
	 PEAD Polietileno de alta densidad	Envases para: detergentes, aceites automotor, gel, champu, suavisante, lacteos, jugos, cloro, cubeta para pintura, macetas, bolsas para supermercados, contenedores, cajas.
	 PVC Cloruro de polivinilo	Bolsa para sangre, tubos, blister para medicamentos, mangueras, recipientes domesticos, aislamientos de cables electricos, recipientes para alimentos.
	 PEBD Polietileno de baja densidad	Bolsas de todo tipo, palas, bolsa para detergentes, escobas, film.
	 PP Polipropileno	Recipientes de alimentos, jeringas, recipientes, baldes, baldes para pintura, fibras para tapicería, autopartes, cajas multiples, juguetes, sillas.
	 PS Poliestireno	Vasos, cubiertos, platos, juguetes, envases varios, anaqueles, disquete, disco compacto.
	 Otros	Recipientes para hogar, garrafones, jeringas, celulares, cepillos, empaques.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Estimación de ahorro energético

Potencia bombilla incandescente (W)	Consumo energía mensual (kW/h)	Monto factura mensual (Q)	Potencia bombilla fluorescente (W)	Consumo energía mensual (kW/h)	Monto factura mensual (Q)	Ahorro económico mensual (Q)	% de ahorro
100	6	11,28	22	1,32	2,48	8,79	78
75	4,5	8,46	20	1,2	2,26	6,20	73,33
60	3,6	6,76	15	0,9	1,69	5,07	75
50	3	5,64	13	0,78	1,47	4,17	74
40	2,4	4,51	9	0,54	1,02	3,49	77,5

1. Costo promedio energía según tarifario de la comisión nacional de energía eléctrica agosto 2013. 1,88 Q/kWh.

2. Estimación de energía basada en funcionamiento de 2 horas al día, 30 días al mes.

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo1: Pliego tarifarios vigente a partir 1 agosto de 2013

TABLA 35 PLIEGO TARIFARIO PROPUESTO

Tarifa	Cargo	Unidades
Baja Tensión Simple Social (BTSS)		
Cargo Unitario por Consumidor	10.416981	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía	1.886118	Q /kWh
Baja Tensión Simple (BTS)		
Cargo Unitario por Consumidor	10.416981	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía	2.145816	Q /kWh
Baja Tensión con Demanda en Punta (BTDP)		
Cargo Unitario por Consumidor	239.590562	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía	1.719600	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Máxima	52.853642	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Contratada	86.765846	Q /kWh
Baja Tensión con Demanda Fuera de Punta (BTDFP)		
Cargo Unitario por Consumidor	239.590562	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía	1.731550	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Máxima	24.180287	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Contratada	35.422356	Q /kWh
Baja Tensión Horaria (BTH)		
Cargo Unitario por Consumidor	239.590562	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía en Punta	1.824898	Q /kWh
Cargo Unitario por Energía Intermedia	1.752033	Q /kWh
Cargo Unitario por Energía en Valle	1.618360	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Máxima	29.027115	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Contratada	43.891191	Q /kWh
Media Tensión con Demanda en Punta (MTDP)		
Cargo Unitario por Consumidor	833.358476	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía	1.588451	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Máxima	25.001094	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Contratada	12.216790	Q /kWh
Media Tensión con Demanda Fuera de Punta (MTDFP)		
Cargo Unitario por Consumidor	833.358476	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía	1.602055	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Máxima	26.859092	Q /kWh
Cargo Unitario por Potencia Contratada	14.247991	Q /kWh
Media Tensión Horaria (MTH)		
Cargo Unitario por Consumidor	833.358476	Q / usuario-mes
Cargo Unitario por Energía en Punta	1.687072	Q /kWh
Cargo Unitario por Energía Intermedia	1.619710	Q /kWh

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica, Consultado agosto de 2013.

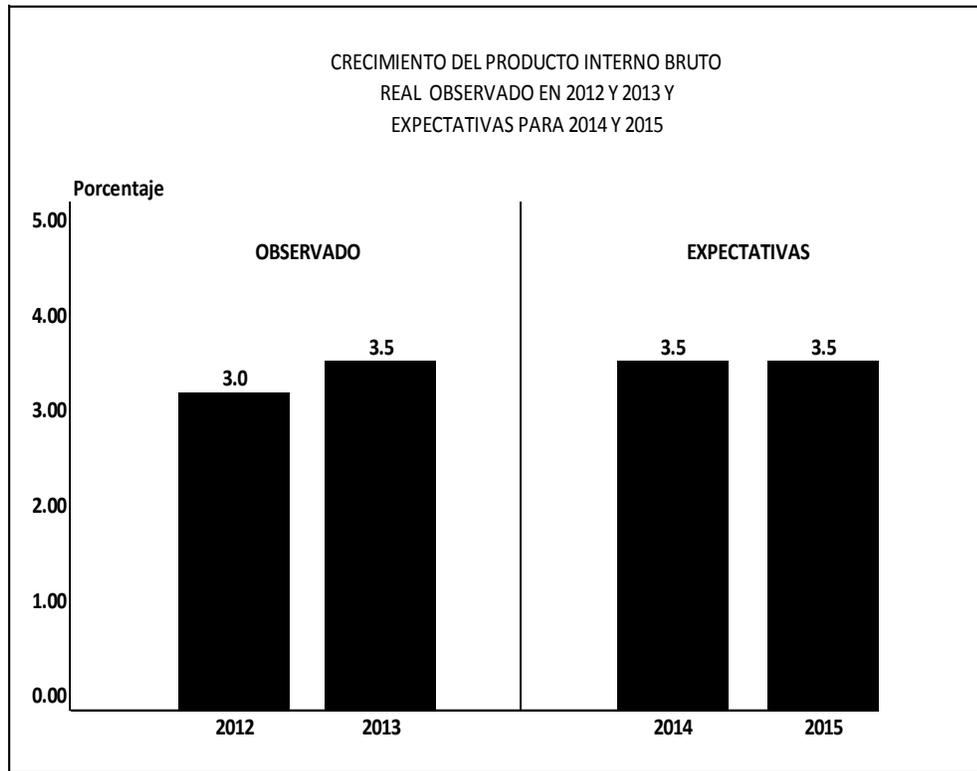
Anexo 2: Ritmo inflatorio 1996- 2014

INFLACIÓN TOTAL
RITMO INFLATORIO
AÑOS 1996-2014
PORCENTAJES

Período	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Enero	9.76	10.80	7.29	6.29	5.27	6.05	8.85	6.20	6.21	9.04	8.08	6.22	8.39	7.88	1.43	4.90	5.44	3.86	4.14
Febrero	10.83	12.66	5.45	5.17	6.62	5.99	9.01	6.00	6.26	9.04	7.26	6.62	8.76	6.50	2.48	5.24	5.17	4.18	3.50
Marzo	11.48	11.51	6.11	3.99	8.28	5.42	9.13	5.78	6.37	8.77	7.28	7.02	9.10	5.00	3.93	4.99	4.55	4.34	
Abril	11.95	10.13	6.94	3.47	9.07	4.87	9.25	5.67	6.65	8.88	7.48	6.40	10.37	3.62	3.75	5.76	4.27	4.13	
Mayo	11.02	9.61	7.32	3.73	7.36	6.05	9.31	5.56	7.27	8.52	7.62	5.47	12.24	2.29	3.51	6.39	3.90	4.27	
Junio	10.34	8.97	7.43	4.22	7.23	6.30	9.14	5.24	7.4	8.80	7.55	5.31	13.36	0.62	4.07	6.42	3.47	4.79	
Julio	11.60	7.98	7.27	5.22	6.14	6.97	9.10	4.65	7.64	9.3	7.04	5.59	14.16	-0.30	4.12	7.04	2.86	4.74	
Agosto	12.03	8.05	6.31	6.03	4.71	8.79	7.73	4.96	7.66	9.37	7.00	6.21	13.69	-0.73	4.10	7.63	2.71	4.42	
Septiembre	11.77	8.33	5.49	6.79	4.29	8.99	7.10	5.68	8.05	9.45	5.7	7.33	12.75	0.03	3.76	7.25	3.28	4.21	
Octubre	10.64	8.48	4.97	7.57	3.84	9.47	6.60	5.84	8.64	10.29	3.85	7.72	12.93	-0.65	4.51	6.65	3.35	4.15	
Noviembre	10.44	7.66	7.35	5.15	4.17	9.51	6.34	5.84	9.22	9.25	4.40	9.13	10.85	-0.61	5.25	6.05	3.11	4.63	
Diciembre	10.85	7.13	7.48	4.92	5.08	8.91	6.33	5.85	9.23	8.57	5.79	8.75	9.40	-0.28	5.39	6.2	3.45	4.39	

Fuente: <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=imm/imm01&e=570>,
Consultado: 24 de septiembre de 2013.

Anexo 3: Crecimiento del Producto Interno Bruto



Fuente:<http://www.banguat.gob.gt/PUBLICA/EEI/ARCHIVOS/ENEXI1402.pdf>,
Consultado: 28 septiembre de 2013.

Anexo 4: Norma COGUANOR 41086

COGUANOR NTG 41086		7/17								
4.1.5 Pigmentos – Los pigmentos colorantes que se utilicen en la elaboración de adoquines deben cumplir con lo establecido en la norma ASTM C 979.										
4.2 Acabado										
4.2.1 Condiciones generales. Todos los adoquines deben estar sanos y libres de fisuras y otros defectos que interfieran con el proceso de colocación, o que perjudiquen significativamente el comportamiento y estabilidad del pavimento.										
4.2.2 Textura. En el caso de adoquines fabricados con una textura superficial especial, ésta debe ser descrita por el fabricante y examinarse de acuerdo con 4.2.5.										
4.2.3 Color. Según el criterio del fabricante, puede colorearse la capa superficial o toda la unidad y debe verificarse según 4.2.5, que no haya diferencias significativas en el color respecto a cualquier muestra facilitada por el fabricante y aprobada por el comprador.										
4.2.4 Delaminación. En caso de adoquines bicapa, cuando se examinen de acuerdo con 4.2.5, no debe existir separación entre las dos capas.										
4.2.5 Verificación. Se deben colocar las muestras al nivel del suelo, formando una superficie aproximadamente cuadrada, disponiendo adecuadamente los adoquines en planta, después de examinar cada uno de los adoquines por separado para apreciar si existen delaminaciones. En condiciones normales y a la luz del día, un observador debe situarse de pie a una distancia de 2 m, de cada lado del cuadrado y registrar cualquier adoquín que muestre grietas o exfoliaciones, y se compara la textura y el color con las muestras facilitadas por el fabricante.										
NOTA1. Los adoquines pueden exhibir una cantidad moderada de eflorescencia en algunas de las unidades, ésta no se debe considerar como dañina pues desaparece con el uso.										
5. CARACTERISTICAS										
5.1 Características Geométricas¹										
Largo y ancho real: el largo y ancho real de los adoquines de concreto para pavimentos, no debe ser mayor de 250 mm, ni menor de 50mm (ver Anexo A).										
Cuadro 1. Características geométricas.										
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">Características Geométricas</th></tr></thead><tbody><tr><td>Espesor</td><td>≥60 mm</td></tr><tr><td>Relación (largo real / ancho nominal)</td><td>≤ 2.5</td></tr><tr><td>Relación (largo real/ espesor)</td><td>≤ 4</td></tr></tbody></table>			Características Geométricas		Espesor	≥60 mm	Relación (largo real / ancho nominal)	≤ 2.5	Relación (largo real/ espesor)	≤ 4
Características Geométricas										
Espesor	≥60 mm									
Relación (largo real / ancho nominal)	≤ 2.5									
Relación (largo real/ espesor)	≤ 4									
5.1.1 Tolerancias										
5.1.1.1 Las medidas del espesor real promedio tomadas para cada espécimen de la muestra no debe diferir en más de ± 3mm del espesor especificado.										
5.1.1.2 Las medidas del largo real promedio como del ancho real promedio para cada espécimen de la muestra no debe diferir del largo especificado y el ancho especificado respectivamente, en más de ± 2mm.										
5.1.2 Biseles										
El bisel debe tener igual forma o perfil en toda su longitud;										
¹ Véase figura 1 en donde se ilustran gráficamente las dimensiones y características geométricas descritas en esta sección de la norma.										

Fuente: folleto Norma COGUANOR 41086, pág. 7.