



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

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE  
DAÑOS AL AMBIENTE, APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE TABACO**

**Angel Gabriel Folgar Quintana**

Asesorado por el Ing. César Augusto Akú Castillo

Guatemala, marzo de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE  
DAÑOS AL AMBIENTE, APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE TABACO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ANGEL GABRIEL FOLGAR QUINTANA**

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR AUGUSTO AKÚ CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos    |
| VOCAL I    | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II   | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  |
| VOCAL III  | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón   |
| VOCAL IV   | Br. Juan Carlos Molina Jiménez      |
| VOCAL V    | Br. Mario Maldonado Muralles        |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez     |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos      |
| EXAMINADOR | Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos |
| EXAMINADOR | Ing. Juan José Peralta Azurdia        |
| EXAMINADOR | Ing. Hugo Leonel Alvarado López       |
| SECRETARIA | Inga. María Ivónne Veliz Vargas       |

## 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:

### **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE, APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE TABACO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 4 de septiembre de 2009.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Augusto', is written over a circular stamp or seal.

Angel Gabriel Folgar Quintana



REF.AS.EMI.126.011  
Guatemala 05 de septiembre de 2011.

Ingeniero (a)  
César Augusto Akú Castillo  
Asesor Asignado  
Presente

Ingeniero Akú :

Por medio de la presente me dirijo a usted para notificarle que el Ing. Alex Suntecún Castellanos, fue nombrado como revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE, APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE TABACO**, de el estudiante universitario **Angel Gabriel Folgar Quintana**, habiendo sugerido correcciones y/o ampliaciones en dicho trabajo, para lo cual le solicitamos su aprobación, o en su defecto su opinión para ser trasladada al revisor asignado.

Agradeciendo su atención a la presente me suscribo de usted.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Erwin Danilo González Trejo  
Asignación de Revisor  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Vo.Bo.

Ing. César Augusto Akú Castillo  
Asesor Trabajo de Graduación

*César Akú Castillo MSc.*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 4,073



REF.REV.EMI.137.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE, APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE TABACO**, presentado por el estudiante universitario **Angel Gabriel Folgar Quintana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Alex Suntecún Castellanos  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE, APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE TABACO**, presentado por el estudiante universitario **Angel Gabriel Folgar Quintana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

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



Guatemala, marzo de 2012.

/mgp



DTG. 113.2012.

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: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE ALTERNATIVAS PARA LA MITIGACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE, APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE TABACO**, presentado por el estudiante universitario **Angel Gabriel Folgar Quintana**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 8 de marzo de 2012.

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por brindarme la oportunidad de lograr mis metas.

**Mi familia**

En reconocimiento a los grandes esfuerzos y sacrificios que hicieron para lograr mis metas.

**Amigos**

Por el apoyo y amistad que fue tan valiosa en el transcurso de mis estudios.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Dios</b>        | Te doy gracias por tu apoyo, porque gracias a ti he logrado esta meta.  |
| <b>Mi padre</b>    | Miguel Angel Folgar (q.e.p.d.).   |
| <b>Mi madre</b>    | Sandra Mireya Quintana, gracias madre, por tu confianza, por apoyarme, por cuidarme siempre y por tu inmenso amor de madre. |
| <b>Mis abuelos</b> | Marco Antonio Quintana y Violeta de Quintana por su apoyo incondicional.  |
| <b>Mi tía</b>      | Por apoyarme y aconsejarme cuando lo necesité.  |
| <b>Mis amigos</b>  | Gracias por su valiosa amistad.   |

## ÍNDICE GENERAL

|   |       |
|---|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                                     | VII   |
| LISTA DE SÍMBOLOS.....  | XI    |
| GLOSARIO .....  | XIII  |
| RESUMEN .....   | XVII  |
| OBJETIVOS .....   | XXI   |
| INTRODUCCIÓN .....  | XXIII |
| <br>  |       |
| 1. MARCO TEÓRICO.....   | 1     |
| 1.1. Tipología y terminología .....                               | 1     |
| 1.1.1. Ambiente. ....   | 1     |
| 1.1.2. Medio físico o medio natural .....                         | 1     |
| 1.1.3. Medio socioeconómico .....                                 | 2     |
| 1.1.4. Factores ambientales .....                                 | 2     |
| 1.1.5. Ecología .....   | 2     |
| 1.1.6. Proyecto.....  | 3     |
| 1.1.7. Entorno del proyecto.....                                  | 3     |
| 1.1.8. Gestión ambiental .....                                    | 4     |
| 1.2. Elementos de proceso de evaluación de impacto ambiental..... | 4     |
| 1.2.1. Impacto ambiental .....                                    | 4     |
| 1.2.2. Evaluación de impacto ambiental.....                       | 5     |
| 1.2.3. Estudio de impacto ambiental .....                         | 6     |
| 1.2.4. Estimación de un impacto.....                              | 6     |
| 1.2.5. Incorporación del estudio a proyectos .....                | 7     |
| 1.3. Indicadores de impacto ambiental .....                       | 8     |
| 1.3.1. Indicador cualitativo .....                                | 7     |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 1.3.2.   | Indicador cuantitativo .....                         | 7  |
| 1.4.     | Extensión de un impacto .....                        | 8  |
| 1.5.     | Importancia de un impacto .....                      | 8  |
| 1.6.     | Fragilidad ambiental .....                           | 9  |
| 1.7.     | Tipos de impacto .....                               | 9  |
| 1.7.1.   | Impacto positivo .....                               | 9  |
| 1.7.2.   | Impacto negativo .....                               | 10 |
| 1.7.3.   | Impacto temporal .....                               | 10 |
| 1.7.4.   | Impacto permanente .....                             | 10 |
| 1.7.5.   | Impacto recuperable .....                            | 11 |
| 1.7.6.   | Impacto irrecuperable .....                          | 11 |
| 1.7.7.   | Impacto reversible .....                             | 11 |
| 1.7.8.   | Impacto irreversible .....                           | 12 |
| 1.7.9.   | Impacto fugaz .....                                  | 12 |
| 1.8.     | Metodologías de evaluación de impacto ambiental..... | 12 |
| 1.8.1.   | Sistemas de red y gráficos .....                     | 12 |
| 1.8.1.1. | Matriz causa y efecto (Leopold) .....                | 13 |
| 1.8.1.2. | Boreano .....  | 15 |
| 1.8.2.   | Sistemas cartográficos .....                         | 15 |
| 1.8.2.1. | Superposición de transparentes .....                 | 15 |
| 1.9.     | Antecedentes de la empresa .....                     | 15 |
| 1.10.    | Actividad que realiza .....                          | 19 |
| 1.11.    | Marco teórico.....                                   | 22 |
| 2.       | ESTUDIO DE MERCADO.....                              | 27 |
| 2.1.     | Producto.....  | 27 |
| 2.1.1.   | Usos.....  | 28 |
| 2.1.1.1. | Industria del cigarro.....                           | 28 |
| 2.1.1.2. | Abono.....   | 29 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.1.2.   | Características químicas del producto.....                    | 30 |
| 2.1.2.1. | Nicotina.....   | 31 |
| 2.1.2.2. | Alquitrán.....  | 32 |
| 2.1.2.3. | Amoníaco.....   | 32 |
| 2.1.3.   | Subproductos.....   | 32 |
| 2.1.3.1. | Vena.....   | 33 |
| 2.1.3.2. | <i>Scrap</i> .....  | 34 |
| 2.1.4.   | Lugares de cultivo.....                                       | 35 |
| 2.1.4.1. | Sur.....  | 36 |
| 2.1.4.2. | Oriente.....  | 37 |
| 2.2.     | Población afectada.....                                       | 38 |
| 2.2.1.   | Población colindante a la planta.....                         | 40 |
| 2.2.1.1. | Estructura.....   | 41 |
| 2.2.1.2. | Nivel social.....   | 42 |
| 2.2.1.3. | Etnia y raza.....   | 43 |
| 2.2.1.4. | Nivel de educación.....                                       | 44 |
| 2.2.2.   | Trabajadores de la planta.....                                | 45 |
| 2.2.2.1. | Estructura.....   | 46 |
| 2.2.2.2. | Nivel social.....   | 47 |
| 2.2.2.3. | Etnia y raza.....   | 47 |
| 2.2.2.4. | Nivel de educación.....                                       | 48 |
| 2.3.     | Ubicación de la planta.....                                   | 48 |
| 2.4.     | Ambiente impactado debido al funcionamiento de la planta..... | 49 |
| 2.4.1.   | Flora.....  | 49 |
| 2.4.2.   | Fauna.....  | 50 |
| 2.4.3.   | Medio perceptual.....   | 51 |
| 3.       | ESTUDIO TÉCNICO.....  | 53 |
| 3.1.     | Proceso de producción.....                                    | 53 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 3.1.1.  | Mesa de alimentación .....                                  | 55 |
| 3.1.2.  | Acondicionado.....  | 56 |
| 3.1.3.  | <i>Picking</i> .....  | 56 |
| 3.1.4.  | Proceso de trillado .....                                   | 57 |
| 3.1.5.  | Proceso de separación.....                                  | 58 |
| 3.1.6.  | Secado .....  | 59 |
| 3.1.7.  | Empaque .....   | 60 |
| 3.2.    | Maquinaria que produce impactos negativos al ambiente ..... | 62 |
| 3.2.1.  | Cilindro acondicionador .....                               | 62 |
| 3.2.2.  | Trilladoras .....   | 63 |
| 3.2.3.  | Multiseparadores .....                                      | 65 |
| 3.2.4.  | Ventiladores .....  | 66 |
| 3.2.5.  | Secadora.....   | 68 |
| 3.2.6.  | Vibradores.....   | 68 |
| 3.2.7.  | Prensa hidráulica Fishburne.....                            | 69 |
| 3.2.8.  | Motores trifásicos .....                                    | 70 |
| 3.3.    | Localización industrial.....                                | 72 |
| 3.4.    | Distribución de maquinaria .....                            | 73 |
| 3.5.    | Edificio industrial.....                                    | 75 |
| 3.6.    | Mano de obra .....  | 75 |
| 3.7.    | Jornadas de trabajo .....                                   | 76 |
| 3.8.    | Estudio de ruido.....                                       | 76 |
| 3.9.    | Indicadores de calidad del aire y humo de chimeneas .....   | 80 |
| 3.10.   | Matriz de identificación de efectos .....                   | 85 |
| 3.10.1. | Ruido .....   | 85 |
| 3.10.2. | Vibraciones .....   | 86 |
| 3.10.3. | Producción de polvo .....                                   | 87 |
| 3.10.4. | Desechos sólidos .....                                      | 88 |
| 3.10.5. | Tránsito de vehículos .....                                 | 89 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 3.11.  | Valoración del impacto .....   | 90  |
| 3.12.  | Importancia del impacto .....  | 94  |
| 3.13.  | Resultados de la EIA .....   | 97  |
| 4.     | ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL .....                                   | 103 |
| 4.1.   | Estructura organizacional .....                                      | 103 |
| 4.2.   | Obligación social empresarial .....                                  | 104 |
| 4.3.   | Políticas administrativas .....                                      | 105 |
| 4.3.1. | Ambiental .....  | 106 |
| 4.3.2. | Seguridad ambiental .....  | 107 |
| 4.4.   | Requerimientos legales que regulan la operación<br>contaminante..... | 108 |
| 4.4.1. | Ley de mejora y protección al ambiente .....                         | 108 |
| 4.4.2. | Reglamento de evaluación y protección al<br>Ambiente .....           | 111 |
| 4.4.3. | Código civil Título II (de la propiedad) .....                       | 117 |
| 4.4.4. | Reglamento de la Municipalidad Capitalina .....                      | 119 |
| 5.     | ESTUDIO ECONÓMICO DE MEDIDAS MITIGATORIAS.....                       | 123 |
| 5.1.   | Ruido.....   | 123 |
| 5.1.1. | Remodelación de techo con láminas<br>termoacústicas .....            | 123 |
| 5.1.2. | Reprogramar la producción .....                                      | 128 |
| 5.2.   | Calidad del aire .....   | 131 |
| 5.2.1. | Colector de polvo.....   | 131 |
| 5.2.2. | Dotación de equipo de protección personal.....                       | 136 |
| 5.2.3. | Revestimiento de transportadores con guardas ...                     | 139 |
| 5.3.   | Desechos.....  | 141 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.3.1. | Reciclaje .....   | 141 |
| 5.3.2. | Material para compostaje .....                              | 142 |
| 5.3.3. | Uso del desecho de tabaco para combustible de caldera ..... | 144 |
| 5.4.   | Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria.....    | 146 |
| 5.5.   | Costos totales.....   | 151 |
| 6.     | ESTUDIO FINANCIERO .....                                    | 159 |
| 6.1.   | Estimación de ingresos y egresos .....                      | 159 |
| 6.2.   | Flujo de efectivo .....                                     | 165 |
| 6.3.   | Financiamiento .....  | 169 |
| 6.3.1. | Estructura del financiamiento.....                          | 169 |
| 6.3.2. | Fuentes de financiamiento .....                             | 170 |
|        | CONCLUSIONES .....  | 173 |
|        | RECOMENDACIONES .....                                       | 177 |
|        | BIBLIOGRAFÍA .....  | 179 |
|        | APÉNDICES .....   | 183 |
|        | ANEXOS .....  | 187 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 1.  | Pasos de la evaluación de impacto ambiental en un proyecto .....     | 5   |
| 2.  | Matriz de Leopold .....  | 14  |
| 3.  | Manojos de tabaco .....  | 21  |
| 4.  | Tabaco pulverizado usado como abono .....                            | 30  |
| 5.  | Estructura química de la nicotina .....                              | 31  |
| 6.  | Vena de hoja de tabaco .....   | 33  |
| 7.  | <i>Scrap</i> recogido por operarios .....                            | 35  |
| 8.  | Colocación de filtros y perímetro del área afectada .....            | 40  |
| 9.  | Medio perceptual afectado .....                                      | 52  |
| 10. | Diagrama de flujo del trillado de tabaco .....                       | 61  |
| 11. | Rotor de trilladora .....  | 64  |
| 12. | Multiseparador de tabaco .....                                       | 66  |
| 13. | Ventilador .....   | 67  |
| 14. | Vibrador cernidor .....  | 69  |
| 15. | Distribución de maquinaria en planta .....                           | 74  |
| 16. | Diagrama de <i>Ishikawa</i> del ruido producido .....                | 86  |
| 17. | Diagrama de <i>Ishikawa</i> de las vibraciones producidas .....      | 87  |
| 18. | Diagrama de <i>Ishikawa</i> de la producción de polvo .....          | 88  |
| 19. | Diagrama de <i>Ishikawa</i> de los desechos sólidos producidos ..... | 89  |
| 20. | Diagrama de <i>Ishikawa</i> del tránsito producido .....             | 90  |
| 21. | Importancia de un impacto .....                                      | 95  |
| 22. | Organigrama del comité de mitigación .....                           | 103 |
| 23. | Diagrama de flujo de política ambiental .....                        | 107 |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 24. | Vistas del edificio industrial y vista lateral del techo..... | 124 |
| 25. | Forma del cálculo de los techos.....                          | 125 |
| 26. | Dimensiones de lámina termoacústica .....                     | 126 |
| 27. | Equipo de protección auditivo .....                           | 127 |
| 28. | Principio de funcionamiento de un colector de polvo .....     | 132 |
| 29. | Detalles de gafas y mascarillas a utilizar .....              | 139 |
| 30. | Diseño del sistema de extracción de vapores.....              | 140 |
| 31. | Bolsas <i>Jumbo bag</i> .....                                 | 145 |
| 32. | Registro de mantenimiento preventivo.....                     | 147 |
| 33. | Mantenimiento correctivo.....                                 | 148 |

## TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | BTU generados con distintas cantidades de <i>bunker</i> utilizando polvo de tabaco como generador de energía..... | 25 |
| II.   | Proyección de la producción mundial de tabaco para el 2010 ....   | 27 |
| III.  | Ingresos tributarios al gobierno debido al impuesto al tabaco y sus productos.....                                | 29 |
| IV.   | Número de fincas censales, superficie cosechada y producción de tabaco.....                                       | 36 |
| V.    | Número de fincas censales, superficie cosechada por departamento .....  | 37 |
| VI.   | Número de fincas censales, superficie cosechada por departamento.....   | 38 |
| VII.  | Sonido a pocos metros de la planta de producción .....  | 41 |
| VIII. | Estructura de la población de la zona 1.....  | 41 |
| IX.   | Estructura de la población afectada que reside a 900 metros o menos de la planta de proceso.. ..                  | 42 |
| X.    | Clases sociales existentes en el perímetro de riesgo.....   | 43 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| XI.     | Etnias en la zona 1 .....   | 43 |
| XII.    | Etnias en el perímetro de riesgo .....                                      | 44 |
| XIII.   | Cantidad de alfabetas y analfabetas en zona 1 .....                         | 44 |
| XIV.    | Nivel de escolaridad en zona 1 .....  | 45 |
| XV.     | Alfabetas y analfabetas en área riesgosa .....                              | 45 |
| XVI.    | Nivel de escolaridad en área riesgosa .....                                 | 45 |
| XVII.   | Causas de visitas a la enfermería del año 2007 al 2009 .....                | 46 |
| XVIII.  | Enfermedades causantes de visita a enfermería del año<br>2007 al 2009 ..... | 47 |
| XIX.    | Grupos étnicos en la empresa .....  | 48 |
| XX.     | Cantidad de quejas recibidas por los vecinos .....                          | 49 |
| XXI.    | dB emitidos por las trilladoras durante varios períodos del día ...         | 63 |
| XXII.   | dB y tiempo de exposición .....   | 65 |
| XXIII.  | dB emitidos por los ventiladores durante varios períodos<br>del día .....   | 67 |
| XXIV.   | dB emitidos por la prensa durante varios períodos del día .....             | 70 |
| XXV.    | Fallas de motores generadas por mantenimiento inadecuado....                | 71 |
| XXVI.   | Ruido de motores medido a diversas horas del día .....                      | 72 |
| XXVII.  | Recurso humano de la planta según puesto .....                              | 75 |
| XXVIII. | Niveles de ruido percibidos en distintas partes de la planta .....          | 77 |
| XXIX.   | Niveles y tiempo de exposición permitidos .....                             | 78 |
| XXX.    | Ruido de motores con y sin mantenimiento. ....                              | 79 |
| XXXI.   | Observaciones tomadas con cartas de Ringelman .....                         | 81 |
| XXXII.  | Resultados del estudio con cartas de Ringelman .....                        | 82 |
| XXXIII. | Mediciones de PTS para el año 2009 .....                                    | 83 |
| XXXIV.  | Estudio de PTS, realizado en la planta y fuera de ella .....                | 84 |
| XXXV.   | Ponderación de características de evaluación ambiental .....                | 92 |
| XXXVI.  | Tipo de impacto según valoración ambiental .....                            | 92 |
| XXXVII. | Ponderación de características de evaluación ambiental .....                | 93 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| XXXVIII. | Importancia del impacto .....   | 94  |
| XXXIX.   | Importancia del impacto (adaptada) .....  | 96  |
| XL.      | Sueldos totales recibidos por mano de obra directa .....  | 130 |
| XLI.     | Comparación de costos con las opciones de producción .....  | 131 |
| XLII.    | Opciones de colectores de polvo.....  | 133 |
| XLIII.   | Especificaciones de colectores de polvo .....   | 134 |
| XLIV.    | Costo total del sistema de extracción .....   | 140 |
| XLV.     | Costos total de colocación de recipientes para clasificar<br>desechos.....                                    | 142 |
| XLVI.    | Costos de tierra y maquinaria para realizar el compostaje .....   | 143 |
| XLVII.   | Costos de insumos para mantenimiento.....   | 150 |
| XLVIII.  | Costos totales del proyecto.....  | 151 |
| XLIX.    | Comparación de horas trabajadas con y sin mantenimiento de<br>motores trifásicos de diversos caballajes ..... | 156 |
| L.       | Beneficios y ahorros del proyecto .....   | 157 |
| LI.      | Costos desglosados del proyecto .....   | 158 |
| LII.     | Ingresos brutos anuales de la planta .....  | 161 |
| LIII.    | Costo de material de empaque .....  | 162 |
| LIV.     | Sueldos totales recibidos por la mano de obra directa.....  | 162 |
| LV.      | Sueldos recibidos por mano de obra indirecta .....  | 163 |
| LVI.     | Sueldos totales recibidos por mano de obra indirecta.....   | 164 |
| LVII.    | Utilidad antes del impuesto .....   | 164 |
| LVIII.   | Flujo de efectivo .....   | 166 |
| LIX.     | Cálculo de TMAR mixta .....   | 171 |
| LX.      | Beneficio/costo del proyecto .....  | 172 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b> | <b>Significado</b>                   |
|----------------|--------------------------------------|
| <b>BTU</b>     | <i>British Thermal Unit</i>          |
| <b>db</b>      | Decibeles                            |
| <b>\$</b>      | Dólar                                |
| <b>m</b>       | Metro                                |
| <b>%</b>       | Porcentaje                           |
| <b>pH</b>      | Potencial de hidrógeno               |
| <b>Q</b>       | Quetzal                              |
| <b>s</b>       | Segundos                             |
| <b>TIR</b>     | Tasa interna de retorno              |
| <b>TMAR</b>    | Tasa de rendimiento mínima atractiva |



## GLOSARIO

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Actitudinal</b> | Normas, valores y actitudes que se ponen en juego.   |
| <b>Alcaloide</b>   | Se dice de toda sustancia nitrogenada, básica, insoluble en agua y soluble en alcohol, presente en ciertos vegetales.  |
| <b>Antrópicos</b>  | Originado por la actividad humana.   |
| <b>Asísmico</b>    | No sísmico.  |
| <b>EPA</b>         | <i>Enviromental Protection Agency.</i>   |
| <b>FAO</b>         | <i>Food and Agriculture Organization.</i>  |
| <b>Fleje</b>       | Cinta utilizada para precintar el embalaje de diversos productos, mayormente productos pesados. La principal característica de esta cinta es su resistencia a la tracción. |
| <b>INCAP</b>       | Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.  |
| <b>INE</b>         | Instituto Nacional de Estadística.   |

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>INSIVUMEH</b>       | Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.  |
| <b><i>Lockout</i></b>  | Pulsador eléctrico que interrumpe el paso de corriente a cualquier instrumento eléctrico por motivos de seguridad industrial.   |
| <b>MARN</b>            | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.  |
| <b>Motor trifásico</b> | Motor eléctrico de corriente alterna el cual suele ser de 230 V y 400 V es construido para velocidades determinadas que corresponden directamente con las polaridades del bobinado y la frecuencia de la red. |
| <b>MSPAS</b>           | Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.  |
| <b>MUSAC</b>           | Museo de la Universidad de San Carlos de Guatemala.   |
| <b>OMS</b>             | Organización Mundial de la Salud.   |
| <b>OPS</b>             | Organización Panamericana de la Salud.  |
| <b>Tabaco Burley</b>   | Tipo de tabaco con hojas grandes, tiene más cantidad de nicotina, nada de azúcar y un color y aroma a chocolate.  |

**Tabaco DAC**

Es un tabaco ligeramente más grueso en su estructura foliar, a simple vista es parecido al tabaco Virginia, pero se diferencia en su proceso posterior a la cosecha, efectuándose una fermentación forzada, lo cual le da una característica típica y un aroma similar al puro o habano.

**TACASA**

Tabacalera Centroamericana, S.A.

**Trillar**

Desgarrar la hoja del tabaco a manera de degradarla.

**USAC**

Universidad de San Carlos de Guatemala.



## RESUMEN

El siguiente es un estudio de factibilidad para presentar las alternativas que se pueden aplicar para la mitigación de daños al ambiente, los cuales son provocados por el funcionamiento de una planta procesadora de tabaco.

Se dan a conocer las distintas alternativas que son propuestas para poder reducir de una u otra forma el impacto que causa al ambiente y a las personas el proceso de producción, el estudio se constituye de la siguiente forma:

Se presenta una breve descripción de distintos términos usados en los estudios de impacto ambiental, como los tipos de impacto en que incurren los procesos, metodologías de evaluación de impacto ambiental, así como una breve descripción de los antecedentes y actividades que realiza la empresa.

El estudio de mercado detalla las características del producto, lugares de cultivo, población afectada por el proceso de producción, estructura, nivel social, etnia, raza y nivel de educación de los afectados.

Se analizó la parte técnica del proyecto desde el punto de vista de la maquinaria que causa impactos en el ambiente, se detalla la mano de obra, infraestructura, localización industrial y de maquinaria de la planta procesadora de tabaco, en el estudio técnico se realizaron los diversos análisis para conocer el grado del impacto causado por el proceso.

Estos estudios son, estudio de ruido en la planta, indicadores de la calidad del aire y humo en las chimeneas, matriz de identificación de efectos, valoración del impacto e importancia del impacto, de estos estudios se tiene un resultado el cual indica los puntos críticos que más daño causan al ambiente.

El estudio administrativo legal detalla la estructura organizacional que tendrá el comité encargado de velar por que las medidas de mitigación se apliquen y que el proyecto siga el rumbo indicado para alcanzar el objetivo y minimizar el impacto ambiental, todo esto con apego a la legislación ambiental guatemalteca.

El estudio financiero no es más que la representación de los ingresos y egresos de la empresa y la forma en la cual se estructura el financiamiento del proyecto y la forma en que estará estructurado el mismo. Por último, se detallan las diferentes medidas adoptadas para la mitigación del impacto, tanto al ambiente como a las personas y el costo al que incurriría la empresa si las adoptara, siendo estas:

- La mitigación del ruido mediante la remodelación del techo del edificio, donde se encuentra ubicada la maquinaria y reprogramar la producción para trillar tabaco durante solo un turno de trabajo diario.
- El mejoramiento en la calidad del aire reduciendo las partículas de polvo expulsadas al exterior debido al proceso productivo mediante la compra e instalación de un colector de polvo, dotación de equipo de protección personal y revestimiento de transportadores con guardas para proteger de esta forma la salud de los empleados y vecinos afectados.
- El mejoramiento en la trata de desechos.

- El mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria para evitar desperfectos que ocasionen ruido, vibraciones o cualquier otro inconveniente al ambiente. Estas acciones en conjunto realizan una ayuda al ambiente y de esta manera un aumento de productividad.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Establecer medidas que ayuden a mitigar los impactos que causan contaminación ambiental producida por el procesamiento de tabaco.

### **Específicos**

1. Analizar por medio de alternativas la viabilidad de programar la producción en un turno por causas relativas al ruido.
2. Determinar la tecnología a implementar para la mitigación del polvo, tomando en cuenta los recursos de la empresa.
3. Establecer programas de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria atenuando así los impactos que estas provocan.
4. Establecer políticas sobre equipo de protección personal para los empleados.
5. Implementar una política ambiental en la empresa, para lograr concientizar a los empleados.
6. Proponer medidas adecuadas para la trata de desechos sólidos, haciendo de estos una fuente de ingresos para la empresa.

7. Conocer los beneficios que obtendrá la empresa al contar con una evaluación de impacto ambiental y comparar estos con la alternativa de no realizar el estudio.
  
8. Identificar los impactos mediante una evaluación de impacto ambiental.

## INTRODUCCIÓN

En el último siglo, la humanidad ha progresado excesivamente, se han mejorado las condiciones de vida, las comunicaciones, la tecnología y la industria, en definitiva la humanidad tiene la capacidad de dominar la naturaleza, tanto que incluso amenaza el ambiente y por ende su supervivencia.

Es por ello, que la legislación de Guatemala establece que todo proyecto conste de un estudio de impacto ambiental para conocer los posibles daños que se puedan ocasionar al ambiente y a las personas, de manera que se consiga una solución factible y de esta manera contribuir a tener un ambiente más limpio.

El presente estudio evalúa los impactos positivos y negativos que conlleva el procesamiento de tabaco, planta cuyos componentes químicos alquitrán, nicotina y amoníaco son altamente dañinos para la salud de las personas y para el ambiente en general.

Se detalla el proceso de producción identificando de esta manera los factores ambientales afectados, se realizan las matrices de identificación de daños o perjuicios al ambiente, las cuales indican el tipo de impacto, la importancia, los efectos positivos y negativos que causa el trillado de tabaco, por último, se analizan las posibles propuestas con las cuales se pretenden reducir o mitigar de alguna forma los impactos negativos que se generan debido al trillado.

Estas medidas están basadas en estudios de ingeniería industrial, siendo estos distintos proyectos que se enfocan en los principales factores degradantes de la salud y el ambiente, como las propuestas de la remodelación de las láminas, la reprogramación de la producción, mejora en la calidad del aire utilizando un colector de polvo, el aprovechamiento de los desechos mediante el reciclaje, la utilización del tabaco para utilizarlo como abono, el uso del tabaco como combustible de caldera, ahorrando así costos de *bunker*, la aplicación de un mantenimiento preventivo y correctivo.

Por último el uso obligatorio de equipo de protección personal, pretendiendo con estas medidas comprobar la factibilidad económica y ambiental del proyecto.

Con las propuestas anteriores se espera la reducción de los impactos contaminantes del ambiente, por consiguiente el aumento de la productividad y así se logra una producción más limpia y una armonía con el vecindario haciendo de esto un ejemplo, para que diversas empresas tomen en cuenta su rol con el ambiente, los seres humanos y el beneficio que esto conlleva.

# **1. MARCO CONCEPTUAL**

## **1.1. Tipología y terminología**

A continuación se presenta una breve descripción de los temas a tratar y de todos los conceptos importantes a la hora de realizar una evaluación de impacto ambiental.

### **1.1.1. Ambiente**

Se entiende por ambiente al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su vida. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

### **1.1.2. Medio físico o medio natural**

Conjunto de los componentes naturales, bióticos y abióticos del ambiente. Sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural y sus relaciones con la población.

### **1.1.3. Medio socioeconómico**

Conjunto de los componentes antrópicos del ambiente (sociales, culturales y económicos). Es un sistema constituido por las estructuras y condiciones sociales, históricas, culturales y económicas en general, de las comunidades o de la población de un área determinada.

### **1.1.4. Factores ambientales**

Ambiente físico, social y actitudinal en que las personas viven y conducen sus vidas. Son externos a la persona e interactúan de manera positiva o negativa en el desempeño/realización del ser humano como miembro activo de la sociedad, en su capacidad o en sus estructuras y funciones corporales. (CONESA, Fernández. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. p. 8).

### **1.1.5. Ecología**

Es la rama de la Biología que estudia las interacciones de los seres vivos con su medio. Esto incluye factores abióticos, esto es, condiciones ambientales tales como climatológicas, edáficas, etcétera, pero también incluye factores bióticos, esto es, condiciones derivadas de las relaciones que se establecen con otros seres vivos.

### **1.1.6. Proyecto**

Es una planificación que consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas, la razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definidos, surge con base a una necesidad, acorde con la visión de la organización, aunque esta puede desviarse en función del interés.

El proyecto finaliza cuando se obtiene el resultado deseado, desaparece la necesidad inicial o se agotan los recursos disponibles.

### **1.1.7. Entorno del proyecto**

Se denomina entorno a la parte del ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuente de recursos, materias primas y receptor de efluentes a través de los vectores ambientales (aire, agua y suelo), así como de otras salidas (empleo, conflictividad social, etcétera).

El ámbito geográfico del entorno corresponde al área de extensión de las interacciones que se pretende analizar. En principio, el ámbito total sería el envolvente del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto. Comúnmente se tratará de la superficie continua y próxima al mismo, pero en muchas ocasiones la alteración puede manifestarse en áreas lejanas y aisladas configurando un entorno discontinuo y no envolvente.

### **1.1.8. Gestión ambiental**

Forma de administración orientada a la prevención, reducción, minimización y eliminación del impacto ambiental negativo que ocasiona o puede ocasionar la actividad humana.

## **1.2. Elementos del proceso de evaluación de impacto ambiental**

Todos los ecosistemas o en sentido amplio los sistemas ambientales, tienen umbrales de tolerancia para amortiguar alteraciones, que si son sobrepasados el sistema puede ser modificado temporalmente hasta su destrucción parcial o total. Los elementos más importantes se describen a continuación.

### **1.2.1. Impacto ambiental**

Es el efecto que produce una determinada acción humana sobre el ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural catastrófico.

Técnicamente, es la alteración de la línea de base, debido a la acción antrópica o a eventos naturales. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el ambiente natural o social.

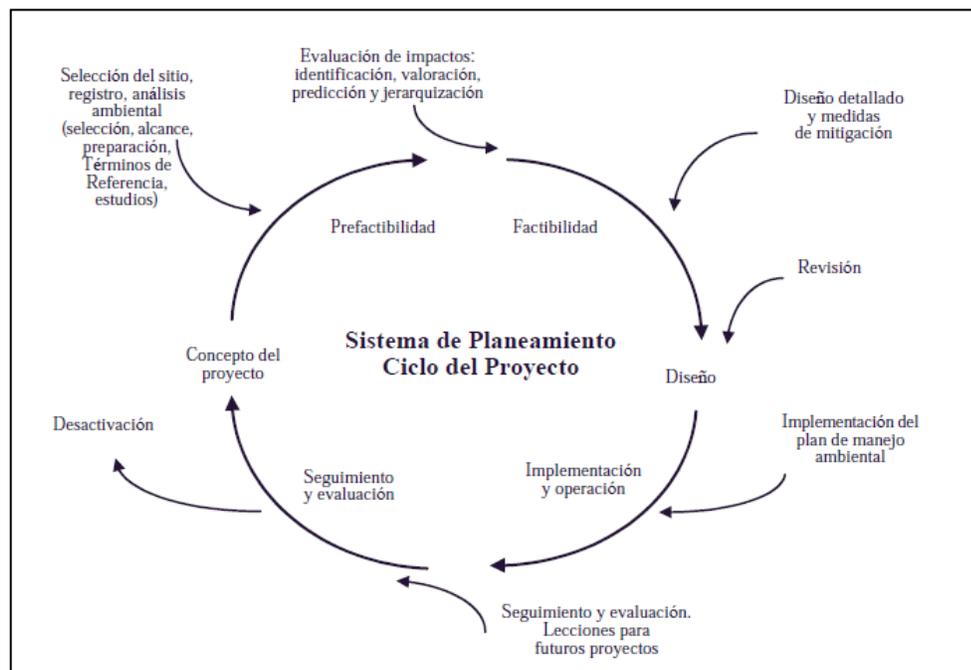
Mientras los efectos perseguidos suelen ser positivos, al menos para quienes promueven la actuación, los efectos secundarios pueden ser positivos y, más a menudo, negativos.

## 1.2.2. Evaluación de impacto ambiental

Es el procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello, con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

La evaluación de impacto ambiental tiene como propósito asegurarse que los recursos ambientales de importancia se reconozcan al principio del proceso de decisión y se protejan a través de planeamientos y decisiones pertinentes. (ZAPATER, Rodrigo. Fundamentos de la evaluación de impacto ambiental. p. 12).

Figura 1. Pasos de la evaluación de impacto ambiental en un proyecto



Fuente: ZAPATER, Rodrigo. Fundamentos de la evaluación de impacto ambiental. p. 12.

### **1.2.3. Estudio de impacto ambiental**

Es el estudio técnico, de carácter disciplinar, que incorporado en el procedimiento de la evaluación de impacto ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

Es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del que se produce la declaración o estimación de impacto ambiental.

Este estudio deberá identificar describir y valorar de manera apropiada y en función de las particularidades de cada caso concreto, los efectos notables previsibles que la realización del proyecto producirá sobre los distintos aspectos ambientales.

En conclusión el estudio de impacto ambiental es un elemento de análisis que interviene de manera esencial en cuanto a dar información en el procedimiento administrativo que es la evaluación de impacto ambiental.

### **1.2.4. Estimación de un impacto**

Es el pronunciamiento del organismo o autoridad competente en materia de ambiente, con base en el estudio de impacto ambiental, alegaciones, objeciones y comunicaciones resultantes del proceso de participación pública y consulta institucional, en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles.

La conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del ambiente y los recursos naturales. (CANTER, Larry. Manual de evaluación de impacto ambiental. p. 38).

### **1.2.5. Incorporación del estudio a proyectos**

Según el momento en que se incluya la evaluación de impacto ambiental en el proceso general de la toma de decisiones, se suele hablar de enfoque reactivo, semiadaptativo o adaptativo.

- **Reactivo:** tiene lugar cuando un proyecto determinado, no previsto en un plan previo y una vez tomada la decisión de ejecutarlo, es sometido a evaluación ambiental.
- **Semiadaptativo:** el momento de tomar la decisión (aceptación, modificación o rechazo) sobre el proyecto en cuestión, igualmente no previsto en un plan previo. Tiene lugar después de efectuar la evaluación de impacto ambiental.
- **Adaptativo:** es el tipo de enfoque más idóneo, considerando que todo proyecto debe estar incluido en un plan previo. Así, la evaluación de impacto ambiental, resulta agilizada por la información contenida en el plan y porque este la encauza hacia los aspectos más destacados o conflictivos.

### **1.3. Indicadores de impacto ambiental**

Se llama indicador de impacto ambiental al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible, en el cuantitativo.

#### **1.3.1. Indicador cualitativo**

No es más que el indicador que muestra las cualidades que resultan del impacto provocado por cualquier actividad realizada por el hombre. (CONESA, Fernández. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. p.22).

#### **1.3.2. Indicador cuantitativo**

Indicador mediante números y fórmulas matemáticas que dan el resultado de un impacto, importancia y severidad del impacto. (CONESA, Fernández. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. p.22).

### **1.4. Extensión de un impacto**

Está directamente relacionada con la superficie afectada. Se mide en unidades objetivas como hectáreas, metros cuadrados, pies cuadrados, etcétera.

### **1.5. Importancia de un impacto**

Valoración que da una especie de ponderación del impacto. Expresa la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental.

## **1.6. Fragilidad ambiental**

Vulnerabilidad o grado de susceptibilidad que tiene el medio a ser deteriorado ante la incidencia de determinadas actuaciones. Así, por ejemplo, el trazado de un camino forestal que dé acceso a zonas boscosas vírgenes implicaría la presencia de excursionistas que provocarían la degradación progresiva de ese medio. El medio presentaría pues, una fragilidad alta por la latente probabilidad de ser alterado por la acción humana.

## **1.7. Tipos de impacto**

La preocupación por los efectos de las acciones humanas surgió en el marco de un movimiento, el conservacionista, en cuyo origen está la preocupación por la naturaleza salvaje, lo que ahora se distingue como medio natural, en el que las acciones humanas tienen su repercusión en los efectos nocivos en la naturaleza, a continuación se describen los más importantes.

### **1.7.1. Impacto positivo**

Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.

### **1.7.2. Impacto negativo**

Aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético, cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una zona determinada.

### **1.7.3. Impacto temporal**

Aquel cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Si la duración del efecto es inferior a un año, se considera que el impacto es fugaz, si dura entre 1 y 3 años, temporal y si dura entre 4 y 10 años, pertinaz.

### **1.7.4. Impacto permanente**

Aquel cuyo efecto supone una alteración, indefinida en el tiempo, de los factores ambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Es decir, aquel impacto que permanece en el tiempo.

Se puede decir que un impacto permanente es el que tiene una duración superior a los diez años, un ejemplo son las construcciones de carreteras, conducciones, vistas de agua de riego, etcétera.

### **1.7.5. Impacto recuperable**

Efecto en el que la alteración puede eliminarse por la acción humana, estableciendo las oportunas medidas correctoras y asimismo, aquel en que la alteración que supone puede ser reemplazable.

Así cuando se elimina la vegetación de una zona, la fauna desaparece. Si tiene lugar una repoblación vegetal sobre la zona y la masa forestal se cierra de nuevo, la fauna regresará.

### **1.7.6. Impacto irrecuperable**

Aquel en el que la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la humana.

Todas las obras en las que interviene el cemento o el hormigón son, en general irrecuperables.

### **1.7.7. Impacto reversible**

Aquel en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. Los desmontes para carreteras son vegetación pionera circundante, se recubren en unos años sin actuar para que ello ocurra.

### **1.7.8. Impacto irreversible**

Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior, a la acción que lo produce. Presentan impacto irreversible las zonas que se van degradando hasta entrar en proceso de desertización irreversible.

### **1.7.9. Impacto fugaz**

Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto. Un ejemplo podría ser las máquinas que producen ruido. Cuando para la máquina, desaparece el impacto.

## **1.8. Metodologías de evaluación de impacto ambiental**

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el ambiente o sobre algunos de sus factores, algunos generales y otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático unos, dinámicos, etcétera.

### **1.8.1. Sistemas de red y gráficos**

Es un método de identificación muy simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más importantes que puedan tener lugar como consecuencias de la realización del proyecto.

Sobre una lista de efectos y acciones específicas se marcarán las interacciones más relevantes, bien por medio de una pequeña escala que puede ir de + 2 a -2. (CONESA Fernández. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. p.54).

#### **1.8.1.1. Matriz causa y efecto (Leopold)**

Son métodos cualitativos, preliminares y muy valiosos para valorar las diversas alternativas de un mismo proyecto. Este método fue el primero que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental.

Este método consiste en un cuadro de doble entrada, en el cual se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos.

En este método se fijan como número de acciones posibles 100 y 88 el número de factores ambientales, con lo que el número de interacciones posibles será de  $88 \times 100 = 8\ 800$ , aunque conviene destacar que de estas, son pocas las realmente importantes, pudiendo construir posteriormente una matriz reducida con las interacciones más relevantes, con lo cual resultará más cómodo operar ya que no suelen pasar de 50.

Cada cuadrícula de interacción se dividirá en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud, M (extensión del impacto) precedido del signo + o -, según el impacto sea positivo o negativo en una escala del 1 al 10 (asignando el valor 1 a la alteración mínima y el 10 a la máxima).

En el triángulo inferior consta la importancia, I (intensidad o grado de incidencia) también en escala del 1 al 10. Ambas estimaciones se realizan desde un punto de vista plinar, la manera de operar será bastante objetiva en el caso en que los estudios que han servido como base presenten un buen nivel de detalle y se haya cuidado la independencia de juicio de los componentes de dicho equipo.

La sumatoria por filas indica las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental y por tanto, su fragilidad ante el proyecto. La suma por columnas da como resultado una valoración relativa del efecto que cada acción produciría en el medio y por tanto, su agresividad. (CONESA Fernández. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. p.57).

Figura 2. **Matriz de Leopold**

| Medio  | Factor ambiental               | Impacto                              | Labranzas            | Cosecha | Aplicación de fertilizantes | Aplicación de plaguicidas | $\Sigma^+$ | $\Sigma^-$ |
|--------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|---------|-----------------------------|---------------------------|------------|------------|
| Físico | Suelo                          | Alteración de la calidad de suelo    | Signo/I <sub>s</sub> |         |                             |                           |            |            |
|        |                                | Compactación del suelo               | ↑                    |         | ■                           |                           |            |            |
|        |                                | Pérdida de estructura del suelo      |                      |         |                             |                           |            |            |
|        | Agua                           | Alteración de la calidad de agua     |                      |         |                             |                           |            |            |
|        |                                | Agotamiento de los recursos hídricos |                      |         |                             |                           |            |            |
|        | Aire                           | Alteración de la calidad de aire     |                      |         |                             |                           |            |            |
| Clima  | Efecto invernadero             |                                      |                      |         |                             |                           |            |            |
|        | Alteración de la capa de ozono |                                      |                      |         |                             |                           |            |            |
|        |                                | $\Sigma^+$                           |                      |         |                             |                           |            |            |
|        |                                | $\Sigma^-$                           |                      |         |                             |                           |            |            |

Sumatoria de columnas

Signo e índice de significancia

Sumatoria de filas

Banderas rojas

Fuente: elaboración propia.

#### **1.8.1.2. Boreano**

Se basa en una matriz para la evaluación de los impactos asociados a las estrategias tecnológicas alternativas.

Se comparan alternativas tomando como base ciertos parámetros, seleccionados de manera que reflejen los efectos diferenciales que las distintas alternativas producirán sobre el ambiente.

#### **1.8.2. Sistemas cartográficos**

Mediante un sistema cartográfico se hace corresponder cada punto de un plano con un punto de una esfera o el elipsoide. De esta forma cada punto de la tierra puede tener representación sobre el plano y verificar matricialmente los impactos.

##### **1.8.2.1. Superposición de transparentes**

Se trata de la elaboración de mapas de impacto obtenidos matricialmente. Se realiza una superposición de los mismos en los que señalarán con gradaciones de color los impactos indeseables.

#### **1.9. Antecedentes de la empresa**

En 1953 surge en Guatemala, la necesidad de colocar una empresa dedicada a la elaboración de cigarrillos, esto para satisfacer la demanda a nivel nacional. A partir de esta idea se funda Tabacalera Nacional, la primera a nivel del país y centroamérica.

Tabacalera Nacional, S.A, abre sus puertas a inicios del año 1955, empresa dedicada al procesamiento de tabaco, fabricación de cigarrillos y su comercialización, logra un posicionamiento alto en el mercado nacional con marcas reconocidas como cigarrillos Viceroy, Belmont, Casino, Víctor y Payaso, logrando ganar el mercado Guatemalteco de una manera exorbitante.

Años después surge Tabacalera Centro Americana S.A (TACASA) siendo esta la competencia directa de Tabacalera Nacional, S.A, aunado a un mal manejo administrativo hace que las ventas de esta vayan en decremento, logrando que en el año de 1998, Tabacalera Nacional dejara de existir.

En 1993 Tabacalera Nacional es comprada por inversionistas extranjeros, y remodelan la planta de producción convirtiéndola en una planta para procesar tabaco más no así para la fabricación de cigarrillos.

Hoy en día, la procesadora es la única a nivel centroamericano y el tabaco que se procesa es el tabaco proveniente de las distintas regiones del país.

Una de las ventajas del tabaco guatemalteco ante el de otros países es que el cultivo es de manera artesanal o tradicional, es decir, en la siembra y corte de este no se utiliza máquina alguna, más bien es a mano por los campesinos lo que hace que el tabaco vaya más limpio y sin contaminantes como tierra o insectos.

Es por ello, que el tabaco guatemalteco es cotizado a nivel mundial lo que hace que la demanda sea alta, por lo que la procesadora trabaja 24 horas durante la época de proceso o temporada alta. El tabaco al igual que la zafra de azúcar tiene un período de cultivo y otro de producción.

El período de producción para el tabaco son los meses de marzo, abril y mayo, los demás meses restantes son los que se utilizan para la siembra y cosecha.

La procesadora de tabaco está localizada en un área residencial lo que provoca que durante los meses de proceso o de producción los vecinos se quejen de la contaminación que el proceso productivo origina, debido al polvo, vapores y ruido que durante 24 horas al día y 6 días a la semana les incomodan y perjudican ocasionando problemas de salud, siendo los respiratorios y el ruido los más comunes que aquejan a los vecinos.

Actualmente, se han presentado ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 75 denuncias de las cuales un 63% son provocadas por el alto ruido que se produce en la noche, tiempo durante el cual las personas que viven en los alrededores duermen.

El 37% se deben a personas enfermas de las vías respiratorias como congestión nasal y tos producidas por el polvillo que se origina al trillar la hoja de tabaco. El MARN impuso una multa a la empresa en el año 2009 de Q325 750,00 por no tener propuestas que ayuden a reducir o eliminar los impactos para el ambiente y para la salud que causa el trillado de tabaco.

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), se han presentado a esta entidad 116 denuncias del año 2007 al 2010 las cuales responden a enfermedades respiratorias y malestar por el olor a tabaco generado por el proceso de producción. De las 116 denuncias 223 personas han sido afectadas, de estas 156 son mujeres y 67 hombres.

Estas personas han tenido síntomas diversos como vómitos, congestión pulmonar, síntomas de asma. (Datos generados de copias de denuncias, proporcionadas por la empresa, véase anexos).

Actualmente, no se tienen medidas para poder mitigar los impactos producidos por el polvo, ruido y vapores que emanan de la planta. El tabaco es altamente corrosivo y alrededor de Q11 700,00 se pagan en promedio anualmente a las casas vecinas para poder reparar los techos ya que el aire deposita polvo de tabaco en sus techos y cuando llueve se mezcla con este haciéndolo destructivo para el metal, lo cual pica las láminas y provoca goteras, ese dinero sirve también para gastos médicos que la empresa otorga (siempre y cuando se verifique) a los vecinos que obtengan una enfermedad debido al proceso.

La empresa cuenta con una clínica médica que funciona durante las 24 horas del día durante los 6 días a la semana, en ella atiende a 35 pacientes al día (promedio) los cuales van por distintas causas como las respiratorias, mareos, vómitos provocadas por el olor y el polvo de tabaco, oculares debido polvo en el ambiente, estrés y auditivos por el excesivo ruido de la planta. El costo de la clínica es Q46 080,00 anuales. (Véase anexos).

El costo en denuncias y perjuicios a la salud y el ambiente es alto por lo que es necesaria la realización de medidas que ayuden a reducir este costo y a la vez mejorar la productividad de la empresa mediante un mejor desempeño de los trabajadores.

### **1.10. Actividad que realiza**

La empresa se dedica al procesamiento de tabaco en rama o manojo, esta actividad consiste en trillar o desgarrar el tabaco y separar la vena de la lámina y empacarlas por aparte, para luego realizar con ello cigarrillos. El tamaño del trillado varía según especificaciones del cliente, existen tamaños de degradación o trillado desde 1/8 de pulgada hasta 1 pulgada.

La empresa es subcontratada por dos grandes transnacionales las cuales tienen en sus manos el 53% del manejo de las industrias tabacaleras a nivel mundial, estas empresas tienen interés en el país debido a que el tabaco guatemalteco es uno de los de mejor calidad a nivel mundial.

La procesadora de tabaco presta el servicio a las transnacionales de recepción, almacenamiento y procesado de tabaco.

Se entiende por recepción, la compra del tabaco en manojos a los cosecheros de toda la república, dicha compra se realiza en el mes de diciembre y la temporada de procesado comienza en el mes de marzo del año siguiente, es por ello, que el tabaco comprado se almacena en 14 bodegas que posee la planta.

Este punto es muy importante ya que es aquí donde se observa la calidad del tabaco, si este no muestra la calidad deseada no es comprado.

La compra de tabaco es realizada por catadores los cuales clasifican el tabaco según la calidad del mismo, cabe destacar que de la mata de tabaco las hojas más cercanas al suelo son las de menos poder adquisitivo al contrario las hojas que se localizan en la punta y más lejanas al suelo son las que poseen mayor porcentaje de nicotina por lo que son de mayor calidad y su poder adquisitivo es el más alto.

El comprador de tabaco posee una gran experiencia en saber qué hojas son de cuáles, debido a la experiencia que tiene y si su vista no le ayuda lo prueban, masticando la hoja durante unos segundos (de aquí la palabra catador) y conocen la calidad del mismo. El tabaco que es comprado se paga a los días siguientes a los cosecheros, ellos lo venden por quintal, el precio varía de Q750,00 hasta Q1 625,00 según la calidad del mismo.

El procesado de tabaco consiste en la transformación que tiene la hoja hasta llegar a ser prácticamente partículas pequeñas de 1/8 a 1 pulgada, en este proceso se homogeniza el tabaco con vapores antes de ser trillado, luego de esto el tabaco pasa por un control de calidad llamado *picking* que es el proceso de retirar el tabaco fuera de la especificación (que no cumple con la calidad requerida por el cliente).

Luego pasa por las trilladoras que son cilindros con dientes que rasgan el tabaco y le dan el tamaño adecuado, el tabaco trillado y separado de la vena es empacado en cajas de cartón de 200 kg.

Para ser exportado a distintos lugares del mundo, los principales compradores de tabaco guatemalteco son Alemania, Japón, Rusia, Honduras, España, Portugal, Holanda, Finlandia, Francia e Italia. En resumen, es el proceso de convertir o trillar el tabaco e impregnarle un cierto grado de humedad (dado por el cliente), para que este se convierta en un producto listo para la fabricación de cigarrillos. Este proceso es la causa de quejas, multas y problemas de la empresa.

El tabaco procesado se empaca y se exporta, pero hay algunas veces que los clientes ya no desean el tabaco por lo que el mismo no es comprado por ningún cliente, lo que hace que las cajas no se vendan y se queden ocupando lugar en bodegas, esto es el almacenamiento prestado por la procesadora a las transnacionales el cual consiste en almacenar las cajas de tabaco no vendidas para luego ser reprocesada en la siguiente fase de producción o vendidas a pureros locales.

Figura 3. **Manojos de tabaco**



Fuente: <http://www.travelblog.org/Central-America> [consulta: en enero 2010].

## **1.11. Marco teórico**

Los costos y consecuencias de no aplicar medidas de mitigación son altos ya que se incurre en multas, falta de voluntad por parte de los operarios al realizar su trabajo en un ambiente hostil, costos médicos y un desprestigio por parte de la sociedad al ser una empresa que no toma con seriedad el tema ambiental.

Por ello, se plantean ciertas medidas que ayuden a mitigar los impactos dañinos al ambiente y por consiguiente la salud de las personas tanto trabajadores como vecinos.

Existen varias causas de contaminación, para cada causa existe una propuesta para lograr mitigar los impactos entre las cuales existen.

La contaminación ambiental derivada de las partículas de tabaco que se dispersa por todo el aire, en la actualidad existen diversas tecnologías para la limpieza y purificación del aire viciado por partículas, una de ellas es un colector de polvo, que es una máquina que consiste en un ventilador grande que aspira el aire viciado y lo hace pasar por mangas (filtros de papel, algodón y poliéster) las cuales absorben el material contaminante, al limpiarse el aire es exhalado por la misma presión generada por el ventilador el aire se limpia y se devuelve al ambiente.

Al reducir la contaminación del aire se minimizarán los costos debido a multas, daños médicos y materiales a los vecinos y se contribuye de esta forma a limpiar el aire del barrio donde se ubica la planta de producción ya que no se contaminará por restos de tabaco trillado.

Una de las formas para lograr reducir la contaminación del aire es con la ayuda de un colector de polvo, este es un aparato que por medio de un ventilador de alta potencia genera una corriente de aire viciado por partículas diminutas de tabaco trillado y las fuerza a pasar por unas mangas, las cuales son de un tipo de tela absorbente quedando atrapadas todas las partículas contaminantes, el aire que es limpiado sale al ambiente por medio de un ducto.

De esta manera se reducirán las quejas de los vecinos mientras que adentro de la planta de producción se minimizarán los gastos médicos, la inasistencia laboral y la estima de los operarios mediante la implementación de equipo de protección personal.

El ruido nocturno es el responsable del mayor porcentaje de quejas y denuncias de los vecinos, disminuyendo el ruido, los vecinos se verán menos afectados y desaparecerán las quejas, por lo que se pretende minimizar el ruido que emana de la planta.

Una acción a tomar es la remodelación de las láminas de la planta de producción colocando un tipo de lámina que absorba el ruido, hoy en día se utilizan para cumplir con ese objetivo las láminas termoacústicas muy utilizadas en techos industriales, estas reducen el ruido en un 20% e impiden la entrada del calor de exterior hacia la nave industrial lo que hará que los empleados trabajen en un ambiente fresco y de esta manera aumente su rendimiento diario.

Es decir, al remodelar las láminas se estaría logrando un gran paso para el objetivo de toda la empresa, el aumento de la productividad, esto aunado a planes de mantenimiento industrial se logrará la disminución del ruido perturbador.

Al implementar estas alternativas se elimina el ruido exterior, sin embargo, el ruido interno se reduce, pero no se elimina por lo que se brinda equipo de protección auditiva con el que se pretende reducir al máximo las consecuencias como sordera, distracción, accidentes y todos los costos que produce el ruido intenso. Otra alternativa propuesta es la opción de reprogramar la producción para que se produzca durante un turno y se elimine el turno nocturno el cual es el que más molestias genera en la población vecina a la planta, esto para que las personas que viven a los alrededores puedan descansar sin molestias de contaminación auditiva y ambiental.

Los desechos sólidos son un problema a nivel mundial, en Guatemala aún no se implementa la cultura del reciclaje, es por ello, que para contribuir con el ambiente y reducir los desechos sólidos generados por las personas que trabajan en la planta y el proceso productivo se implementarán capacitaciones sobre el reciclaje y se realizará un programa de reciclaje en la empresa, esto para lograr sacar provecho de los desperdicios que durante el proceso de producción se generan.

El principal desecho generado por el proceso de producción es el polvo de tabaco que actualmente una parte de la cantidad generada se esparce por el aire y contamina el ambiente y la otra es recolectada y tirada en un relleno sanitario, por lo que reciclar este desecho sería de gran utilidad.

Es por ello, que se pretende quemarlo para generar combustión esto se comprueba mediante una investigación de Tabacalera Mexicana, S.A de C.V, realizada por la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual ha demostrado que el polvo de tabaco tiene una gran capacidad calorífica, *British Thermal Unit* (BTU).

Al ser quemado con otros carburantes genera gran cantidad de energía. La siguiente tabla ayuda a comprender esta investigación.

**Tabla I. BTU generados con distintas cantidades de *bunker* utilizando polvo de tabaco**

| Temperatura | Bunker (gal) | Polvo de tabaco (kg) | BTU generados |
|-------------|--------------|----------------------|---------------|
| 110 °C      | 1200,0       | 0                    | 104,25        |
| 110 °C      | 921,6        | 759,5                | 104,25        |

Fuente: Tabacalera Mexicana, S.A de C.V, Estudio UNAM 2009. p. 36.

Al colocar costos a los resultados anteriores (el costo del *bunker* en Guatemala es de Q23,75/galón) genera:

$$1\ 200\ \text{galones} \times Q23,75 = Q28\ 500$$

$$921,6\ \text{galones} \times Q23,75 = Q21\ 888$$

Como el poder energético es el mismo para ambas cantidades de *bunker* el ahorro en este es de 278,4 galones lo que es igual a Q6 612,00 en otras palabras un ahorro del 20,23% del costo total del combustible.

Con estas medidas se reduce drásticamente la contaminación ambiental y aumentan las mejoras en la salud de las personas generando armonía en las mismas.

Los costos derivados a un mal trabajo de mantenimiento generan que el tiempo perdido de la planta aumente año con año, esto debido a que el proceso de producción es lineal y si falla un motor por culpa de un eje roto o un cojinete atorado o cualquier otra causa origina que toda la maquinaria pare y haga que los operarios y trabajadores de la planta se queden sin realizar tarea alguna, hasta que se realice la reparación del motor o maquinaria que falló, es por ello, que al reducir las fallas mecánicas se minimizará el costo derivado de estas, el cual asciende a Q648,11/minuto (véase página 41).

Con la mitigación de daños al ambiente se genera un aumento de la productividad debido a la reducción de costos, mejoración del rendimiento laboral de los trabajadores, disminución de denuncias y quejas por parte de los vecinos, generación de ingresos debido a la venta de desechos para reciclar.

Al lograr aumentar la productividad, se mejora la calidad, al mejorar la calidad, aumenta la capacidad del mercado, al aumentar la capacidad, hay más producción, al haber más producción se generan más fuentes de empleo y si hay empleo el país progresa. En este trabajo se estudian estas teorías y se comprueban la factibilidad de las mismas para ver si son viables económica y ambientalmente para la empresa.

## 2. ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1. Producto

El tabaco es el nombre común de dos plantas de la familia de las *Solanáceas* cultivadas por sus hojas que, una vez curadas, se fuman y se mascan. La especie más cultivada alcanza entre 1 y 3 m de altura y produce de 10 a 20 hojas anchas alternas, que brotan de un tallo central. Contiene alcaloide y nicotina. Es tóxica y puede producir alteraciones en el aparato circulatorio, riñones y los pulmones del ser humano. Es uno de los principales productos agrícolas no alimenticios del mundo. Es un cultivo intensivo en mano de obra, ya que requiere por término medio unas 2 200 horas de trabajo por hectárea, según investigaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, siglas en ingles).

Tabla II. **Proyección de la producción mundial de tabaco para el 2 010**

| Países         | Producción de tabaco bruto para año 2010<br>(millones de toneladas) |
|----------------|---|
| China          | 2 653,5   |
| India          | 650,6   |
| Brasil         | 450,7   |
| Estados Unidos | 502,7   |
| Indonesia      | 109,0   |
| Turquía        | 237,2   |
| Latinoamérica  | 724,4   |
| Zimbawe        | 217,0   |
| Malawi         | 132,7   |

Fuente: <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s19.htm> [consulta: en diciembre 2009].

### **2.1.1. Usos**

En la historia de la humanidad el tabaco se ha utilizado para distintos usos desde el uso decorativo, hasta el uso en insecticidas.

Del cultivo mundial, el 95% se destina para la industria de cigarrillos <<http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s1a.htm#TopOfPage>>. [consulta: en diciembre 2009].

#### **2.1.1.1. Industria del cigarro**

Esta industria es una de las más atractivas a nivel mundial ya que según estadísticas de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en el mundo existen aproximadamente 1,3 billones de fumadores, de los cuales el 84% viven en países en desarrollo.

Solamente en Guatemala, existían en el 2005, 2 millones 225 mil fumadores, esto indica que en el país existe un mercado amplio. Pese a regulaciones legales existentes en el país como el decreto 74-2009, que prohíbe fumar en sitios públicos cerrados, entre estos, bares y restaurantes, lugares de trabajo y todo tipo de transporte colectivo, esta industria sigue funcionando y generando ganancias en el país. A continuación, se detalla la cantidad dejada en impuestos por la industria de los cigarrillos y del tabaco en Guatemala para el año 2009.

Tabla III. **Ingresos tributarios al gobierno debido al impuesto al tabaco y sus productos**

| Mes        | Cifras (en millones) |
|------------|----------------------|
| Enero      | Q38,4                |
| Febrero    | Q22,9                |
| Marzo      | Q26,6                |
| Abril      | Q27,6                |
| Mayo       | Q31,4                |
| Junio      | Q26,9                |
| Julio      | Q33,4                |
| Agosto     | Q42,4                |
| Septiembre | Q19,9                |
| Octubre    | Q20,8                |
| Noviembre  | Q20,6                |
| Diciembre  | Q31,5                |
| Total      | Q342,4               |

Fuente: <http://portal.sat.gob.gt/sitio/estadisticas/Prueba/RECAUDACION%20POR%20IMPUESTO%202009.htm> [consulta: en enero 2009].

#### **2.1.1.2. Abono**

El tabaco es una planta dañina para el ser humano, sin embargo, es un buen abono orgánico y tiene múltiples funciones, ya que también es un insecticida, acaricida y fungicida, se ha comprobado mediante experimentación que su principio activo, la nicotina, es tóxico para muchos insectos, a los cuales mata por contacto.

El tabaco se somete a pulverización y este al empezar su proceso natural de descomposición, mezcla nutrientes y produce bacterias, las cuales sirven de enlace en los procesos asimilativos de nutrición de las plantas con los fertilizantes que se apliquen o con los minerales propios de la tierra. Puede ser aplicado prácticamente en cualquier cultivo y en todos los jardines para el cuidado de las plantas.

Figura 4. **Tabaco pulverizado usado como abono**



Fuente: <http://www.solostocks.com/venta-productos/subproductos/otros/tabaco-cih-tabaco-en-polvo-insecticida3756326> [consulta: en diciembre 2009].

### **2.1.2. Características químicas del producto**

El tabaco es una planta compuesta por más de 4 000 sustancias químicas y al menos 40 de ellas son cancerígenas para el hombre. Según estudios científicos estadounidenses, por cada 15 cigarrillos de tabaco fumados se produce una mutación en el código genético del tejido pulmonar, la principal causa de formación de cáncer de pulmón.

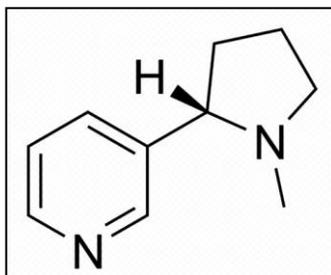
### 2.1.2.1. Nicotina

Es un compuesto orgánico, un alcaloide encontrado en la planta, cuya fórmula química es  $C_{10}H_{14}N_2$ , con alta concentración en sus hojas. Constituye cerca del 5% del peso de la planta.

Es la responsable de que el tabaco sea tan adictivo. A los siete segundos de dar una calada, la nicotina alcanza el cerebro, actuando sobre receptores, los cuales producen el subidón que el cuerpo experimenta. Esto dispara varias respuestas en el organismo: el ritmo respiratorio y cardíaco aumenta y los vasos sanguíneos se contraen. En bajas concentraciones, la sustancia es un estimulante pero en altas puede ser causante de muerte. <<http://es.wikipedia.org/wiki/Nicotina>> [consulta: en enero 2009].

En la planta de producción es el principal causante de riesgo ya que durante el procesado de tabaco, este se ve sometido a calor y vapor haciendo que secrete sumo conteniendo un 5% de nicotina pura, si una persona se ve expuesta a un largo tiempo y sin protección puede causar asfixia y por consiguiente la muerte.

Figura 5. Estructura química de la nicotina



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/nicotina> [consulta: en enero 2009]

### **2.1.2.2. Alquitrán**

Es la sustancia oscura y pegajosa encargada de llevar la nicotina y demás productos químicos del tabaco hasta los pulmones. Es el vehículo en el cual todos los venenos presentes en el cigarrillo, viajan hacia el torrente sanguíneo.

### **2.1.2.3. Amoníaco**

Es un compuesto químico cuya molécula consiste en un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo con la fórmula  $\text{NH}_3$ . El amoníaco, a temperatura ambiente, es un gas incoloro de olor muy penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente.

La exposición a este puede causar en el hombre vómitos, daños a labios y esófago al ingerirlo, sus vapores son extremadamente irritantes y dañinos.

### **2.1.3. Subproductos**

Un subproducto es un producto secundario, generalmente útil y comerciable, que proviene derivado de un proceso de manufactura, que eventualmente no es el producto primario, sin embargo, es un producto al cual se le puede sacar provecho de una u otra forma.

En la planta de producción son dos subproductos los que se generan del procesado de tabaco, estos son descritos a continuación.

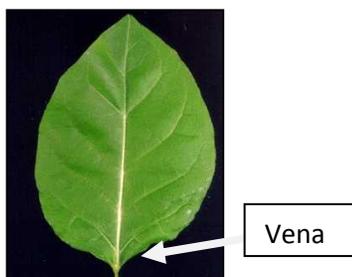
### 2.1.3.1. Vena

La vena o también llamado pecíolo es la parte de la hoja del tabaco que une a la lámina con el tallo de la planta. Las funciones principales de la vena es el engrosamiento, elongación y transportes de fluidos entre el tallo y la lámina.

Esta parte de la planta es removida por distintas máquinas debido a que la porción más importante de la hoja es la lámina, sin embargo, no se desperdicia ya que de igual forma se empaca y se vende para luego ser molida (aproximadamente 1/16 de pulgada), por las tabacaleras ya que existe gran variedad de cigarrillos que llevan una mezcla entre lámina y vena. El contenido bajo de nicotina que posee la hace tener un valor adquisitivo en el mercado mucho menor que la lámina.

Durante el proceso de trillado, la vena pasa por varias secadoras las cuales se encargan de suministrar vapor y calor para darle un porcentaje de humedad especificado por los clientes, esto hace que a la salida de las secadoras emerjan vapores altamente tóxicos y contaminantes, los cuales son expulsados de la planta por dos ventiladores que los lanzan a la intemperie.

Figura 6. **Vena de hoja de tabaco**



Fuente: <http://es.wikipedia.org/archivo:tabaco.jpg> [consulta: enero 2009].

### 2.1.3.2. *Scrap*

El *scrap* no es más que los restos de tabaco, producidos por el trillado o separación entre la lámina y vena. El tamaño de este varía entre 1/64 a 1/32 de pulgada (según especificaciones del cliente), durante el proceso el tabaco se degrada y pasa por vibradores o cernidores los cuales contienen mallas que lo cuelean hasta llegar al tamaño indicado.

Este se genera ya sea por la maquinaria o por simple manejo por parte de las personas, debido a que los manojos procesados van secos y por una inadecuada absorción de humedad se degrada haciendo que se pierda y se disperse en la planta.

Aproximadamente del total de kilos alimentados al proceso, un 10% se convierte en *scrap*, y un 4% de este, a su vez se pierde (quedando como polvo) ya sea en el aire o en el suelo. El *scrap* que es colado o recogido del suelo al igual que la vena es vendido al mercado para distintos usos.

Por su tamaño, el *scrap* se esparce por la fábrica a causa del aire, lo que causa problemas respiratorios a los empleados. Actualmente, se ha encontrado restos de *scrap* a varios metros de la planta, lo que indica que la gente del exterior también está en posible riesgo si no se le da un trato adecuado.

Figura 7. **Scrap recogido por operarios**



Fuente: elaboración propia, Procesadora de tabaco, 2009.

#### **2.1.4. Lugares de cultivo**

El tabaco es una planta tropical cuya área de cultivo se extiende desde los 45° de latitud Norte hasta los 30° de latitud Sur.

La temperatura óptima de cultivo varía entre 18-28 °C. Durante su fase de crecimiento en semillero, requieren temperaturas superiores a los 16 °C y desde el trasplante hasta la recolección se precisa un período libre de heladas de 90-100 días.

Respecto al suelo, el tabaco prefiere las tierras francas tirando a sueltas, profundas, que no se encharquen y que sean fértiles. El pH más apropiado es de neutro a ligeramente ácido, para los tabacos de hoja clara y neutro o ligeramente alcalino para tabacos de tipo oscuro. Además, la textura de las tierras influye sobre la calidad de la cosecha y el contenido nicotínico de las hojas.

Guatemala, por ser un país agrícola ubicado en condiciones climáticas favorables el tabaco se cosecha básicamente en dos áreas las cuales son el Sur y el Oriente, lugares que poseen las condiciones de suelo, humedad y temperatura para el crecimiento óptimo de la planta. El Instituto Nacional de Estadística (INE) censo en el año 2003 el número de fincas, superficie cosechada y producción obtenida del tabaco en el territorio.

**Tabla IV. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción de tabaco**

| Cultivo | No. de fincas | Superficie cosechada | Producción obtenida |
|---------|---------------|----------------------|---------------------|
| Tabaco  | 732           | 3 510 manzanas       | 119 418 quintales   |

Fuente: Censo Nacional Agropecuario, INE, 2003. p. 9.

#### **2.1.4.1. Sur**

Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu son los principales municipios ubicados al Sur del país donde se cultiva tabaco, tanto para exportación como para consumo nacional, la localización geográfica de estos departamentos los hace factibles para el cultivo.

En la siguiente tabla se muestra el número de fincas, superficie cosechada, producción obtenida y el rendimiento de cultivo por departamento. Cabe mencionar que en el Sur existen 345 fincas de las 732 existentes en todo el país dedicadas al cultivo de tabaco según datos del INE.

**Tabla V. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción de tabaco por departamento (superficie en manzanas, producción en quintales)**

| Departamento  | No. de fincas | Superficie cosechada | Producción obtenida | Rendimiento |
|---------------|---------------|----------------------|---------------------|-------------|
| Escuintla     | 201           | 853                  | 28 562              | 33,48       |
| Suchitepéquez | 99            | 560                  | 19 583              | 34,97       |
| Retalhuleu    | 45            | 244                  | 9 049               | 37,09       |

Fuente: Censo Nacional Agropecuario, INE,2003. p. 11.

#### **2.4.1.2. Oriente**

Entre los departamentos del Oriente que se dedican de lleno al cultivo de tabaco se encuentran: Chiquimula, Zacapa, Jalapa y Jutiapa, en los cuales la producción agrícola de tabaco no es tan basta como en el Sur del país.

El departamento que produce más tabaco es Zacapa, departamento del cual se puede decir que produce el tabaco más cotizado del país ya que es el que más gusta a personas del extranjero, el tipo de tabaco cosechado en estos municipios es el tabaco Burley, Virginia y el Dark.

En la siguiente tabla se muestra el número de fincas, superficie cosechada, producción obtenida y el rendimiento de cultivo por departamento.

**Tabla VI. Número de fincas censales, superficie cosechada y producción de tabaco por departamento (superficie en manzanas, producción en quintales)**

| Departamento | No. de fincas | Superficie cosechada | Producción obtenida | Rendimiento |
|--------------|---------------|----------------------|---------------------|-------------|
| Chiquimula   | 64            | 90                   | 3 359               | 37,32       |
| Zacapa       | 90            | 503                  | 18 379              | 36,54       |
| Jalapa       | 4             | 5                    | 163                 | 32,60       |
| Jutiapa      | 9             | 38                   | 1 385               | 36,00       |

Fuente: Censo Nacional Agropecuario, INE, 2003.

## **2.2. Población afectada**

Se determinó por un sistema de monitoreo de contaminación atmosférica, el cual consiste en la colocación de 24 filtros a varias cuadras de la empresa, (1 filtro cada dos cuadras, como lo muestra la figura 8), los cuales fueron colocados en dirección de los puntos cardinales, instalándose seis filtros hacia el Este, seis al Oeste, seis al Norte y seis al Sur, (siempre en dirección del viento, tomando como referencia la planta de producción).

Mediante la verificación diaria de los filtros al finalizar 30 días a partir del comienzo del estudio se comprobó que el viento esparce partículas diminutas de tabaco hasta 900 metros de distancia de la empresa. Ya que siempre el filtro número cinco situado a cinco cuadras de la planta contenía restos de tabaco, más no así, el filtro número seis, el cual se situaba a 1 010 metros de distancia.

Por estar situada en el centro de la ciudad, la empresa, colabora a la contaminación de esta, cabe mencionar que el trillado de tabaco solo se da durante tres meses y durante los meses restantes la planta no produce por consiguiente no contamina, esto es debido a que la cosecha de tabaco comprende el período de junio a marzo, durante este lapso de tiempo el tabaco se siembra, crece y cura. Quedando así tres meses de producción, que son los que se aprovechan para el trillado.

En si la población afectada está dividida y segmentada en dos grandes grupos los cuales son vulnerables a la contaminación, estos grupos son: las personas que viven en los alrededores de la planta y las personas que trabajan dentro de la planta.

Figura 8. **Colocación de filtros y perímetro del área afectada**



Fuente: <http://www.earth.google.es> [consulta: en diciembre 2009].

### **2.2.1. Población colindante a la planta**

Los vecinos o personas que viven en los alrededores, que se hallan en el perímetro de 900 metros de la planta son los más afectados debido al trillado, ya que según datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales durante el año 2007 al 2010 se han tenido 75 denuncias por los vecinos del sector, alegando abundante ruido producido por la maquinaria industrial usada en el proceso. Con la ayuda de un sonómetro, se midieron los decibeles a varias cuadras de distancia (durante el día y la noche), mostrando los siguientes resultados:

Tabla VII. **Sonido a pocos metros de la planta de producción**

| Día          |                     | Noche         |                     |
|--------------|---------------------|---------------|---------------------|
| Distancia(m) | Sonido emitido (dB) | Distancia (m) | Sonido emitido (dB) |
| 200          | 95                  | 200           | 81                  |
| 400          | 83                  | 400           | 75                  |
| 600          | 73                  | 600           | 70                  |
| 800          | 66                  | 800           | 65                  |
| 1 000        | 62                  | 1 000         | 60                  |

Fuente: elaboración propia.

Se debe tomar en cuenta que las mediciones anteriores se ven afectadas por el ruido que se genera en la intemperie.

### 2.2.1.1. Estructura

Según datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística en la zona uno de la ciudad capital viven alrededor de 67 489 personas de las cuales 31 777 son hombres y 35 712 mujeres. La siguiente tabla muestra los rangos de edades y la cantidad de personas que pertenecen a estos.

Tabla VIII. **Estructura de la población de la zona 1**

| Grupos de edad |       |        |          |
|----------------|-------|--------|----------|
| 00-06          | 07-14 | 15-64  | 65 y más |
| 8 375          | 9 838 | 43 198 | 6 078    |

Fuente: Censo nacional, INE, 2003. p. 16.

Según el censo hecho en el estudio, las personas que viven en el área de riesgo, es decir, las que viven a 900 metros o menos de la planta de proceso las cuales se ven afectadas son las siguientes:

Tabla IX. **Estructura de la población afectada que reside a 900 metros o menos de distancia de la planta de proceso**

| Grupos de edad |       |       |          |       |
|----------------|-------|-------|----------|-------|
| 00-06          | 07-14 | 15-64 | 65 y más | Total |
| 377            | 1 003 | 1 663 | 293      | 3 336 |

Fuente: Censo nacional, INE, 2003. p. 16.

De las 3 336 personas que viven en riesgo, solo 223 personas han presentado síntomas provocados por la contaminación, como vómitos, congestión pulmonar y síntomas de asma. (Datos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social).

#### **2.2.1.2. Nivel social**

En el perímetro de riesgo viven 3 336 personas las cuales responden a distintos tipos de niveles o clases sociales, la tabla X detalla los diferentes grupos existentes.

Tabla X. **Clases Sociales existentes en el perímetro de riesgo**

| Clases sociales |       |                 |       |
|-----------------|-------|-----------------|-------|
| Media baja      | Baja  | Pobreza extrema | Total |
| 1 254           | 1 598 | 484             | 3 336 |

Fuente: elaboración propia.

De estas tres clases, las personas de extrema pobreza residen en un barranco situado a 525 metros de la planta de producción, el cual es llamado La limonada.

### 2.2.1.3. Etnia y raza

Guatemala, es un país multiétnico y multicultural sin embargo, en la zona afectada solo predominan dos grupos étnicos los cuales son: la población indígena y la población no indígena o también conocidos como ladinos, como lo indican las siguientes tablas:

Tabla XI. **Etnia en la zona 1**

| Etnias en la zona 1, Capital de Guatemala |         |        |
|---|---------|--------|
| Indígenas                                 | Ladinos | Total  |
| 8 289                                     | 59 200  | 67 489 |

Fuente: Censo nacional, INE, 2003. p. 22.

Tabla XII. **Etnias en perímetro de riesgo**

| Etnias en perímetro de riesgo |         |       |
|-------------------------------|---------|-------|
| Indígenas                     | Ladinos | Total |
| 654                           | 2 682   | 3 336 |

Fuente: elaboración propia.

De estos datos se dice que los 654 indígenas representan al 19,60% y los ladinos el 80,40% de la población en riesgo.

#### **2.2.1.4. Nivel de educación**

Los siguientes cuadros muestran el nivel de alfabetismo y de escolaridad de la población de la zona 1, según datos del Instituto Nacional de Estadística.

Tabla XIII. **Cantidad de alfabetas y analfabetas en zona 1**

| Alfabetismo |             |
|-------------|-------------|
| Alfabetas   | Analfabetas |
| 54 778      | 12 711      |

Fuente: Censo nacional, INE, 2003. p. 36.

Tabla XIV. **Nivel de escolaridad en zona 1**

| Nivel de escolaridad |              |          |        |          |
|----------------------|--------------|----------|--------|----------|
| Ninguno              | Pre-primaria | Primaria | Media  | Superior |
| 12 711               | 516          | 22 994   | 21 457 | 9 811    |

Fuente: Censo nacional, INE, 2003. p. 38.

Tabla XV. **Alfabetas y analfabetas en área riesgosa**

| Alfabetismo |             |
|-------------|-------------|
| Alfabetas   | Analfabetas |
| 2 467       | 869         |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Nivel de escolaridad en área riesgosa**

| Nivel de escolaridad |              |          |       |          |
|----------------------|--------------|----------|-------|----------|
| Ninguno              | Pre-primaria | Primaria | Media | Superior |
| 869                  | 73           | 990      | 1 235 | 169      |

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2. **Trabajadores de la planta**

Los trabajadores de la planta son las personas que más se ven afectadas por la contaminación visual, auditiva y ambiental, debido a que ellos reciben de manera directa el impacto causado por esta.

Es por ello, que se debe intentar mitigar o reducir el impacto negativo que causa el proceso, para que a largo plazo no se vean afectadas las personas y la imagen de la empresa frente a la sociedad guatemalteca.

Las estadísticas de la clínica médica tomadas del año 2007 al 2009 detallan las causas más frecuentes por las cuales los operarios han visitado la enfermería:

Tabla XVII. **Causas de visitas a la enfermería del año 2007 al 2009**

| Causas de visitas a la enfermería del año 2007 al 2009 |           |               |       |
|--|-----------|---------------|-------|
| Visuales   | Auditivas | Respiratorias | Otros |
| 2 753  | 1 659     | 3 698         | 2 635 |

Fuente: estadísticas de enfermería, Procesadora de tabaco, 2009.

En la categoría otros se incluyen síntomas como mareos, vahído, cortaduras y golpes, etcétera.

### **2.2.2.1. Estructura**

En la empresa laboran un total de 423 personas de las cuales 325 son hombres, siendo el 76,8%, el resto, 98 son mujeres, las cuales representan el 23,2% de personas que trabajan en la planta.

De todas las personas, las más vulnerables a problemas respiratorios, auditivos y visuales son las mujeres ya que estas se ven expuestas directamente a limpiar y separar el tabaco fuera de especificación de los manojos, de manera que se procese tabaco de calidad.

Las edades de los trabajadores se encuentran en un rango de 18 a 62 años. Las mujeres son las que más visitan la enfermería, en causas auditivas, respiratorias y visuales, más no así en la categoría otros.

Tabla XVIII. **Enfermedades causantes de visitas a enfermería del año 2007 al 2009 (por género)**

| Enfermedades causantes de visita a enfermería 2007-2009 (por genero) |          |           |               |       |
|--|----------|-----------|---------------|-------|
| Género   | Visuales | Auditivas | Respiratorias | Otros |
| Mujeres  | 1 496    | 964       | 2 036         | 672   |
| Hombre   | 1 257    | 695       | 1 662         | 1 963 |
| Total  | 2 753    | 1 659     | 3 698         | 2 635 |

Fuente: estadísticas de enfermería, Procesadora de tabaco. 2009.

#### **2.2.2.2. Nivel social**

La mayoría de los trabajadores de la planta son de clase baja siendo estos la fuente principal de funcionamiento de la misma. Una pequeña parte es de clase media alta siendo estas las personas que están en lo más alto de la organización como los gerentes e inversionistas de la empresa.

#### **2.2.2.3. Etnia y raza**

Al igual que en toda la capital, en la empresa se distinguen dos tipos de grupos étnicos, en el siguiente cuadro se observa la cantidad de personas que pertenecen a cada grupo de trabajadores.

Tabla XIX. **Grupos étnicos existentes en la empresa**

| Grupo étnico |                         |
|--------------|-------------------------|
| Indígena     | No indígena<br>(Ladino) |
| 73           | 350                     |

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.2.4. Nivel de educación**

La empresa posee una política de contratación de personal y esta es que toda persona que se contrata posea estudios a nivel primario, esto hace que dentro de la empresa todas las personas sepan leer, exponiendo así que las 423 personas que laboran dentro de esta, son alfabetas.

No todos poseen el mismo nivel de educación, según datos proporcionados por la empresa solo 22 personas poseen estudios superiores siendo apenas el 5,2%, 37 son graduados a nivel medio y el resto son personas con estudios a nivel básico y primario.

### **2.3. Ubicación de la planta**

La planta de proceso se ubica en el centro de la ciudad capital de Guatemala, antiguamente tenía un área construida menor de la que hoy en día posee, al inicio era un terreno baldío y existían pocas casas alrededor de la misma. Al presente la planta ocupa un área de 1 975 m<sup>2</sup>.

La historia ha cambiado ya que ahora la planta colinda con muchos hogares los cuales durante el proceso se ven de alguna u otra forma afectados como se ha mencionado anteriormente, ya sea por el ruido, polvo u olor emanado por el procesado de tabaco. A continuación se muestran las principales quejas de los vecinos durante el último período de producción:

Tabla XX. **Cantidad de quejas recibidas por los vecinos**

| Tipo de queja | Cantidad de quejas |
|---------------|--------------------|
| Ruido         | 51                 |
| Polvo         | 99                 |
| Olor          | 27                 |
| Total         | 177                |

Fuente: elaboración propia.

## **2.4. Ambiente impactado debido al funcionamiento de la planta**

Por ser el tabaco una planta dañina para la salud de las personas, se observa a continuación como impacta el funcionamiento de la planta de proceso en el lugar donde se ubica, tanto la flora, fauna y ambiente perceptual.

### **2.4.1. Flora**

No existe flora alguna impactada ya que se encuentra en un lugar residencial situado en lo que se llama el barrio Gerona en la zona 1 capitalina.

En el cual no hay ningún tipo de árbol o vegetación que se perciba en riesgo debido al proceso industrial. Sin embargo, la planta posee varios jardines que embellecen el paisaje interno de la misma. En los alrededores lo único que se puede observar son casas y no hay vegetación que resulte dañado o afectado.

Existen varios tipos de árboles y vegetación entre los cuales se mencionan: ciprés, pino, eucalipto, jacarandas, rosales, dalias, azucenas, etcétera. La planta colinda con un barranco (cauce generador de oxígeno, donde existe flora y fauna) el cual hoy en día no es un pulmón para la ciudad ya que el mismo fue invadido por personas que lo adoptaron como hogar, talando toda la vegetación que existía causando así un gran impacto para el área y para la ciudad de Guatemala.

#### **2.4.2. Fauna**

Los únicos seres que son afectados por el proceso son las aves, roedores y mascotas que poseen los vecinos del área, ya que no existe ningún tipo de animal silvestre que ronde por el sitio de ubicación de la planta. Antiguamente, cuando no existía mucha población en el lugar mencionado se veían tepezcuintles, ardillas y reptiles debido a que el barranco era un lugar con abundante vegetación, sin embargo, por la invasión de los humanos se fue destruyendo su hábitat lo que fue causa de la migración de las especies hacia otro lugar.

El punto perjudicial para la poca fauna existente es la contaminación del aire por partículas pequeñas (polvo de tabaco) debido que si el polvo de tabaco es tóxico y cancerígeno, este al ser inhalado o al ser tragado constantemente puede causar problemas estomacales, pulmonares y hasta envenenamiento para cualquier ser vivo.

Según el estudio del año 1996 de la Organización Mundial de la salud (OMS), los daños del tabaco y sus subproductos en las regiones de América Latina. Otro gran daño son los pesticidas usados en la fumigación de diversas bodegas de la planta debido a dos insectos, la *lasioderma serrircorne* (escarabajos del tabaco) y la *ephestia* (polilla de tabaco) los cuales se alimentan del tabaco, estos pesticidas no son dañinos para los humanos más no así para las aves como palomas o pericos que viven en las casas, las cuales al inhalarlo podrían presentar daños o incluso la muerte.

### **2.4.3. Medio perceptual**

Se entiende por medio perceptual a la percepción que se tiene del paisaje, la cual está basada en las apreciaciones y experiencias que tiene el observador y que inconscientemente o conscientemente incorpora al medio que analiza. La planta por ocupar cuatro manzanas hace que se vea afectado el medio perceptual debido a que lo único que divisan los vecinos son bodegas y edificios que obstaculizan el panorama.

Figura 9. **Medio perceptual afectado**



Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=774304> [consulta: en enero 2009].

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1. Proceso de producción

El proceso de producción utilizado en la procesadora es del tipo lineal (véase la figura 10), ya que pasa de un área a otra y la siguiente depende de la anterior para que se lleve a cabo el proceso con calidad.

Un inconveniente de este tipo de producción es que si existe un problema o fallo de maquinaria en un punto, todo el proceso queda detenido perdiendo de esta manera tiempo y dinero (datos de la empresa muestran que el minuto perdido debido a paro de maquinaria es de Q648,11/minuto este costo depende de tres rubros lo cuales se detallan a continuación y la forma de determinarlos.

- El costo de la energía eléctrica promedio mensual es de Q267 750/mensuales (véase página 94), los días trabajados al mes son 24, pasando estos días a minutos resulta 34 560 minutos trabajados por lo que este rubro asciende a:

$$Q267\ 750\ \text{mes} / 34\ 560\ \text{min} = Q\ 7,74/\text{min}.$$

- El costo de la mano de obra directa resulta de la siguiente forma, el día laborado se cobra a Q7/hora y la hora extra se paga a Q10,5/hora (jornada diurna), como la jornada del turno diurno es de doce horas (8 normales y 4 extras) el total pasado a minutos es igual a Q0,295/minuto de la jornada. En el turno diurno laboran 200 empleados, el costo asciende a Q59/minuto.
- El turno nocturno se paga la hora normal a Q9,33/ hora y la extra a Q14/hora, dicha jornada comprende (6 horas normales y 6 extras) el total pasado a minutos es igual a Q0,39/minuto de la jornada. En el turno nocturno laboran 163 empleados, el costo asciende a Q122,57/minuto.
- La mano de obra indirecta asciende a Q298 500/mes que es igual a Q8,63/minuto multiplicado por 60 personas que laboran en esta clasificación, es igual a Q517,8/minuto.

Al sumar estas cantidades se genera un total de Q648,11 el minuto perdido, alrededor de un 7% del total del tiempo disponible es tiempo perdido, de este el 1,5% se atribuye a causas mecánicas como fallo de maquinaria, banda transportadora rota, atascos en chumaceras y cojinetes, etcétera, y el 5,5% restante es debido a paros por apagones de energía eléctrica y causas operacionales como entorchamientos de tabaco, descuidos y accidentes de los operarios.

Cuando se realiza la compra de tabaco, el comprador coloca un código alfanumérico llamado grado de compra, el cual es el grado que sirve para remunerar al cosechero, también se emplaza un grado de reclasificado que es un código alfanumérico con el cual se realiza el *blend* o la mezcla que tendrá el tipo de tabaco que se estará procesando.

El tabaco que se empaca, es una mezcla de distintas hojas de la mata de tabaco, las hojas de la parte de arriba de la planta son las que más nicotina contienen y las hojas que se encuentran al principio son las que menos nicotina poseen, para balancear la nicotina se mezclan tanto hojas de abajo, en medio y arriba de la mata, esto hace un grado final.

Esta mezcla o *blend* se realiza con diferentes porcentajes proporcionados por el cliente, al final existe un grado de empaque que no es más que el tabaco ya mezclado con los diferentes porcentajes de grados de reclasificado.

Debido a que el tabaco proviene de manojos secos este se ve obligado a un acondicionado en donde es humectado con vapor para que al pasar por los transportadores, vibradores y trilladoras no se degrade y sea empacado con la calidad requerida por el cliente.

### **3.1.1. Mesa de alimentación**

Luego de la compra de tabaco a los distintos cosecheros del país y del almacenamiento del mismo, es llevado hacia el comienzo del proceso productivo, comenzando con la colocación en la mesa de alimentación.

En dicha mesa se lleva a cabo la mezcla o *blend* de tabaco, dicha mesa es dirigida por una persona a la que se le denomina con el nombre de *blender*, este es el encargado de dirigir a las personas para que coloquen manojos de tabaco, de acuerdo al porcentaje proporcionado por el cliente.

La mesa de alimentación consiste en dos bandas transportadoras de 6 metros de largo que camina a una velocidad de 42 rev/min, donde los operarios colocan los manojos procurando colocarlos en el grado de reclasificado adecuado. Aquí los operarios trabajan de pie durante 12 horas, tiempo establecido para cada uno de los turnos.

### **3.1.2. Acondicionado**

Luego de la mezcla, el tabaco se dirige mediante una banda transportadora hacia el cilindro acondicionador, este es un cilindro giratorio de acero inoxidable que humecta el tabaco con vapor, acondicionándolo para un mejor manejo.

El porcentaje de humedad suministrado varía según especificaciones del tabaco que se esté procesando. A la salida y entrada del cilindro existen riesgos para los operarios ya que emana vapor con alta concentración de nicotina, debido a que al entrar en el cilindro, el tabaco es sometido a calor y vapor.

### **3.1.3. *Picking***

En esta parte del proceso se encuentran operarias, las cuales separan el tabaco que esta fuera de especificación, es decir, el tabaco que no corresponde al grado de reclasificado requerido, una banda transportadora lleva el tabaco, es entonces cuando se retira con sumo cuidado el tabaco fuera de especificación y cualquier tipo de materia extraña como tallos de hojas, grapas, alambre, que se encuentra en los manojos de tabaco alimentados al proceso.

El tabaco separado es puesto en brines, pesado y reclasificado para un uso posterior en un grado competente. Las operarias trabajan de pie durante todo el turno.

Esta parte del proceso es de vital importancia ya que filtra todo lo que no sea del grado competente. Las operarias o *pickings* se encuentran luego del cilindro acondicionador por lo que el tabaco que estas filtran va caliente y acondicionado, siendo este un riesgo latente. El tabaco que pasa la prueba de inspección es transportado por otra banda y entra a otra etapa de acondicionado.

#### **3.1.4. Proceso de trillado**

En esta etapa el tabaco entra húmedo a las trilladoras, que consisten en ejes con dientes y giran a cierta velocidad controlada por un operador, debajo de las trilladoras se encuentran canastas dentadas con las que se obtiene un mejor corte o rasgado de la hoja.

El objetivo de esta etapa es desgarrar la hoja y separarla de la vena, para un desprendimiento total entre vena y lámina se necesita de cuatro etapas de trillado.

Las trilladoras son impulsadas por motores trifásicos de distinto caballaje, en la primera etapa debido al volumen que entra, se utilizan motores de 25 Hp, en la segunda se utilizan 15 Hp, en la tercera 10 Hp y 5 Hp en la cuarta etapa. A la salida de cada etapa de trillado existe un transportador que traslada el tabaco trillado hacia los multiseparadores.

Cada fase de trillado posee *lockout*, cuya función es interrumpir la energía eléctrica al motor, cuando se abren las tapas que cubren las trilladoras, esto por motivos de seguridad ya que al intentar abrir por cualquier motivo las cubiertas, los ejes dentados detienen el giro, resguardando la protección de los operarios.

Al salir de las distintas etapas de trillado el tabaco se va degradando en diferentes tamaños, desde 1 pulgada hasta 1/8 de pulgada. La velocidad de las trilladoras depende del tipo de tabaco que se procese y del porcentaje de degradación que especifique el cliente.

### **3.1.5. Proceso de separación**

A la salida de las trilladoras se encuentran los Multisep, cabinas herméticas que poseen dos ventiladores a los lados que generan un circuito cerrado de aire.

El motivo del circuito cerrado, es separar la lámina de la vena, esto con la ayuda de la gravedad ya que el aire que entra a la cámara de separación pasa por una banda transportadora de acero inoxidable que contiene agujeros, sobre esta banda se traslada el tabaco.

Cuando el aire pasa a través de la banda transportadora, levanta la lámina liviana y es llevada por el flujo de aire hacia una cámara que contiene un tangencial giratorio, cuya función es tirar el tabaco tangencialmente hacia un sello, que es un eje con paletas que sella la salida del tabaco para que no haya fuga de aire, por último, la lámina sale hacia una banda transportadora que lo recolecta y lo traslada hacia el siguiente paso.

La vena que no es levantada por el flujo de aire pasa a otras trilladoras para que se desgarre y de esta manera reduzca su tamaño y por consiguiente el peso, para que en otra etapa de separación se levante y recolecte, la vena que no se logra levantar en ninguna de las etapas es empacada como un subproducto del tabaco.

### **3.1.6. Secado**

El tabaco que sale de los multiseparadores es enviado por una banda transportadora hacia una secadora la que da el porcentaje de humedad indicado por el cliente.

La secadora consiste en una cámara que posee serpentines que se calientan debido al vapor suministrado por las calderas, arriba de los serpentines existen ventiladores los cuales lanzan aire hacia abajo, este flujo de aire pasa en los serpentines lo que hace que se caliente hasta alcanzar una temperatura de aproximadamente 55 °C.

Este punto es importante, debido a que si se extrae demasiada humedad, el tabaco sufre degradación, por el contrario si lleva un alto contenido de humedad el tabaco no sirve para la fabricación de cigarrillos ya que no realiza la combustión necesaria para ser fumado.

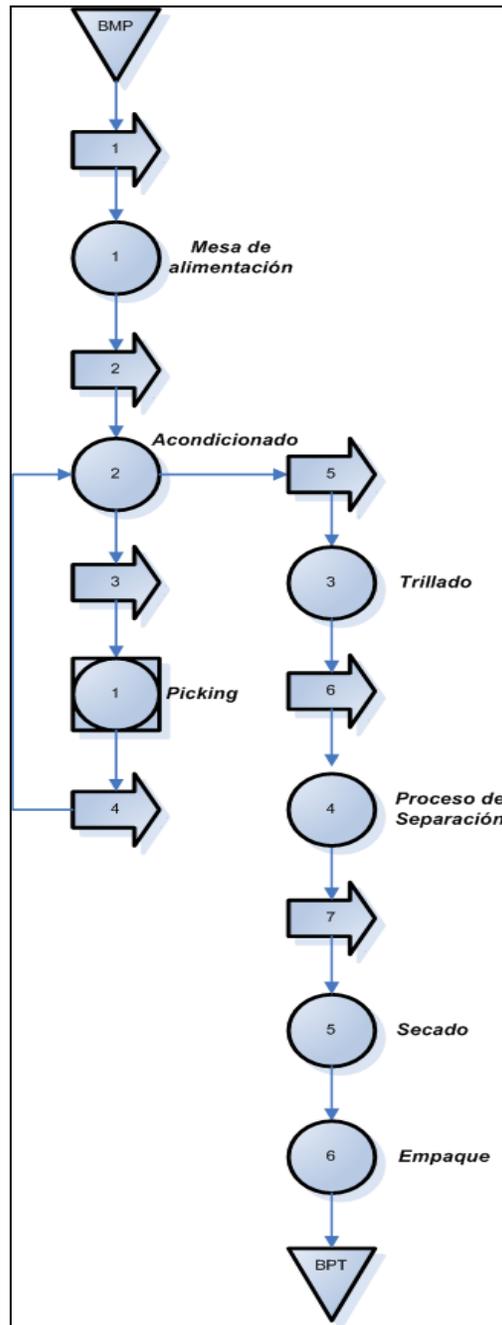
### **3.1.7. Empaque**

El último punto del proceso es el empaque, para empacar el tabaco se utilizan cajas de cartón las cuales son capaces de retener 200 kg del producto, el tabaco es lanzado desde lo alto de un transportador hasta alcanzar una altura de 6 metros, al alcanzar esta altura un operador baja el pistón hidráulico de una prensa el cual comprime el tabaco dentro de la caja.

La caja es enviada por un transportador hacia el área de flejado, donde se colocan flejes para sellarla, se coloca la etiqueta y se traslada a bodega de producto final.

En la figura 10, se muestra el diagrama de flujo del trillado de tabaco y con los procesos descritos con anterioridad.

Figura 10. Diagrama de flujo del trillado de tabaco



Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Maquinaria que produce impactos negativos al ambiente**

Se detalla la maquinaria que es considerada como impactante al ambiente debido a que al funcionar emite ruido, calor y en esta existe alta concentración de vapores con nicotina, los cuales pueden llegar a ser fatales para la salud humana y contaminación ambiental.

#### **3.2.1. Cilindro acondicionador**

Existen dos cilindros en la planta, estos se encargan de acondicionar el tabaco para que sea trillado de una mejor manera. Sin embargo, a la entrada y salida debido al acondicionamiento del tabaco este exhala vapores que contienen alta concentración de químicos dañinos como la nicotina, el alquitrán, y amoníaco.

Un peligro y riesgo que enfrentan los empleados es que algunas veces debido al giro del cilindro acondicionador el tabaco se entorcha quedando atorado adentro del cilindro, lo que provoca que el giro sea difícil aumentado así, el amperaje del motor deteniendo el giro del cilindro. Se procede entonces a desentorchar el tabaco de forma manual haciendo turnos y grupos de 3 personas que no pueden estar más de 4 minutos adentro debido al calor sofocante y vapores emanados del tabaco, los cuales causan desmayos y malestar a nivel general.

Existe equipo de protección personal para los empleados que entran y laboran cerca del cilindro acondicionador.

Por otra parte hay que tomar en cuenta que estos vapores son exhalados de la planta por extractores, los que lanzan al exterior el aire viciado, creando diferentes riesgos para las personas que viven a los alrededores, como malestares estomacales debido al olor de tabaco, vahídos, vómitos y mareos.

### 3.2.2. Trilladoras

El impacto más marcado causado por las trilladoras es el ruido que estas producen debido al corte del tabaco y al propio giro del eje, medido en decibeles (dB). Los resultados son mostrados en la tabla XXI.

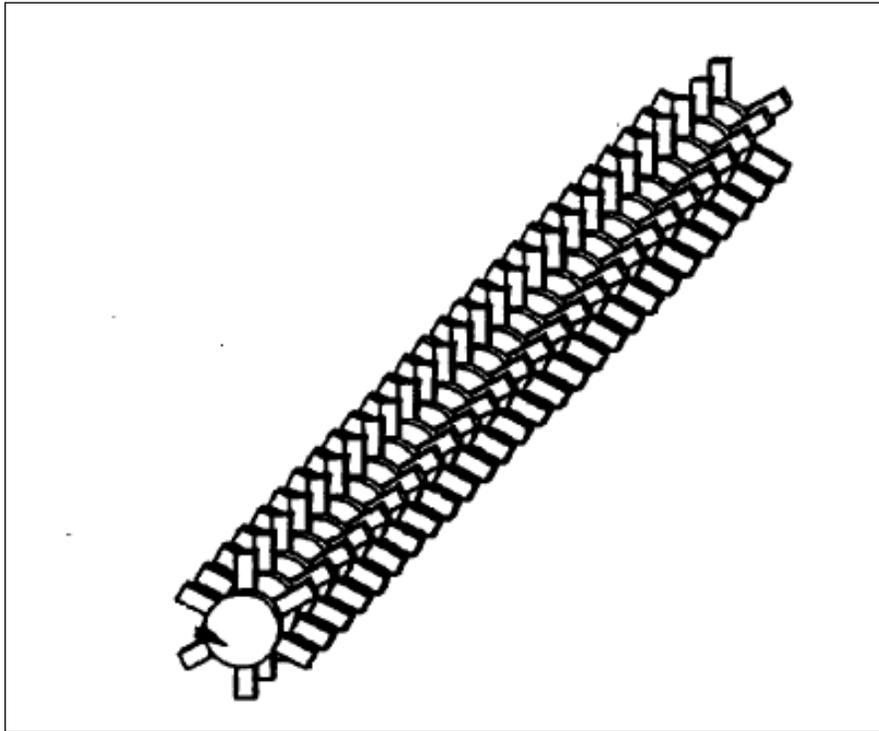
Tabla XXI. **dB emitidos por las trilladoras durante varios períodos del día**

|       | Día 1       | Día 2       | Día 3       |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| Hora  | dB emitidos | dB emitidos | dB emitidos |
| 08:00 | 85 dB       | 84 dB       | 84 dB       |
| 12:00 | 87 dB       | 86 dB       | 86 dB       |
| 16:00 | 87 dB       | 87 dB       | 86 dB       |
| 20:00 | 85 dB       | 86 dB       | 86 dB       |

Fuente: elaboración propia.

Estos datos fueron tomados con el resto de maquinaria sin funcionar, el ruido promedio emitido por las trilladoras es de 85,75 dB lo cual no es un ruido excesivamente fuerte, pero sí se escucha durante doce horas continuas todos los días, puede causar daños o algún trastorno en las personas.

Figura 11. Rotor de trilladora



Fuente: elaboración propia.

La OMS recomienda un tiempo de exposición permisible a diferentes valores de decibeles para que no se cause daños o trastornos a nivel auditivo, estos son:

Tabla XXII. **db y tiempo de exposición**

| dB  | Tiempo de exposición |
|-----|----------------------|
| 85  | 8 horas              |
| 88  | 4 horas              |
| 91  | 2 horas              |
| 94  | 1 hora               |
| 97  | 30 minutos           |
| 100 | 15 minutos           |
| 103 | 7,50 minutos         |
| 106 | 3,75 minutos         |

Fuente: <http://www.elex.com.gt/tiempodeexpoadb&perdeexposi.htm> [consulta: marzo 2009].

### **3.2.3. Multiseparadores**

Los multiseparadores al separar la vena de la lámina mediante una ráfaga de aire enviado por los ventiladores, degrada el tabaco hasta aproximadamente 1/64 de pulgada.

La velocidad del transportador y el aire existente en la planta hace que las partículas diminutas de tabaco se propaguen por el ambiente de la empresa y hacia el exterior.

Una de las quejas de los vecinos es el exceso de partículas de tabaco o polvo que se instala en sus casas, ensuciándolas y deteriorando las láminas ya que la nicotina ayuda a corroer el metal, pues contiene un número elevado en su pH.

Con la colocación de filtros alrededor de la empresa, se comprueba que el polvo llega hasta un perímetro de 900 metros (véase el numeral 2.2, página 30), y el promedio de polvo que cae en una casa es de aproximadamente un kilo durante el tiempo de producción, es decir 1 kg cada tres meses. (Encuesta realizada en el estudio de campo).

Figura 12. **Multiseparador de tabaco**



Fuente: <http://www.theworldtobaccoco.com/glt> [consulta: en enero 2009].

#### **3.2.4. Ventiladores**

Los ventiladores son aspas o turbinas las cuales son giradas por una faja la cual a su vez es girada por un motor trifásico el ruido provocado por estos ventiladores es sumamente un riesgo para las personas. Las medidas realizadas con el sonómetro durante tres días sin ninguna otra máquina encendida fueron las siguientes.

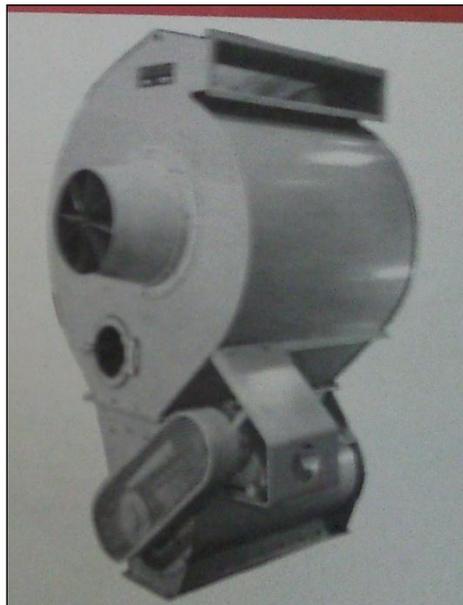
Tabla XXIII. **dB emitidos por los ventiladores durante varios períodos del día**

|       | Día 1       | Día 2       | Día 3       |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| Hora  | dB emitidos | dB emitidos | dB emitidos |
| 08:00 | 90 dB       | 91 dB       | 89 dB       |
| 12:00 | 90 dB       | 89 dB       | 89 dB       |
| 16:00 | 89 dB       | 90 dB       | 88 dB       |
| 20:00 | 88 dB       | 88 dB       | 88 dB       |

Fuente: elaboración propia.

El ruido promedio emitido por el funcionamiento de los ventiladores es de 89 dB.

Figura 13. **Ventilador**



Fuente: <http://www.theworldtobaccoco.com/glt> [consulta: en enero 2009].

### **3.2.5. Secadora**

Los vapores que se acumulan dentro de esta máquina son expulsados al ambiente, es por ello, que el olor percibido a varios metros de distancia de la procesadora es fuerte.

Existe riesgo para los trabajadores ya que cuando sale el producto, se deben extraer muestras para verificar el porcentaje de humedad requerido por el cliente, de no ser así, se toman medidas como darle más calor al tabaco si va muy húmedo y reducir el calor si el tabaco va muy seco. Es común que estos vapores sean asimilados por el cuerpo por absorción de los poros o por simple respiración. Hoy en día no se cuenta con ninguna medida de protección y mitigación de riesgos hacia la salud de los operarios encargados de tomar las muestras.

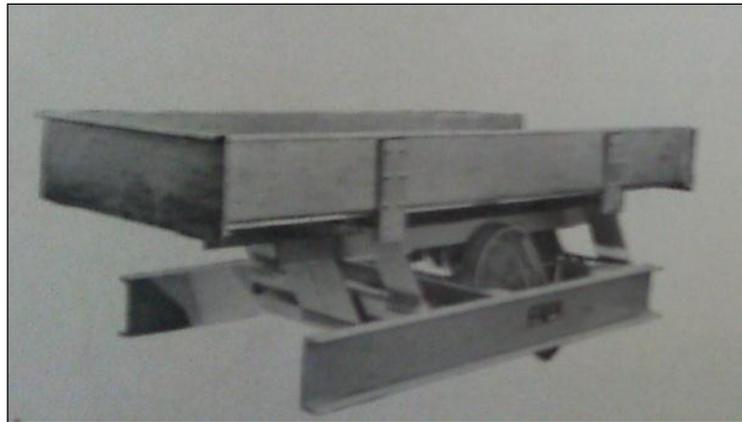
### **3.2.6. Vibradores**

Los vibradores o cernidores son movidos por un motor y un eje excéntrico lo que hace que vibren, esta vibración es la principal causa de impacto negativo ya que los trabajadores deben limpiar las mallas que poseen estando en funcionamiento para que no obstruyan los orificios de cernido.

Existen 25 vibradores los cuales se limpian constantemente por el personal, si se toma en cuenta que se limpian dos veces por hora y el turno dura 12 horas la exposición a las vibraciones por parte de los trabajadores es de 24 veces al día, se necesita un período de dos minutos para limpiar un cernidor lo que genera un total de 48 minutos de exposición diaria a vibraciones bruscas.

Las cuales generan efectos nocivos como golpes bruscos, cortes y estrés. Solo durante el período 2007 al 2009 se reportaron 129 visitas a la enfermería con motivo de la limpieza de los vibradores, de los cuales 75 fueron personas golpeadas, 36 personas con cortes y 18 personas con dolores de espalda y cuello provocadas por el estrés que la limpieza conlleva.

Figura 14. **Vibrador cernidor**



Fuente: <http://www.theworldtobaccoco.com/glt> [consulta: en enero 2009].

### **3.2.7. Prensa hidráulica Fishburne**

Esta prensa es la encargada de comprimir el tabaco dentro de la caja para luego ser flejada, el principal impacto es el ruido que generan los pistones al subir y bajar, el sonómetro midió los siguientes decibeles durante tres días de funcionamiento a distintas horas.

Tabla XXIV. **dB emitidos por la prensa durante varios periodos del día**

|       | Día 1       | Día 2       | Día 3       |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| Hora  | dB emitidos | dB emitidos | dB emitidos |
| 08:00 | 91 dB       | 91 dB       | 91 dB       |
| 12:00 | 91 dB       | 90 dB       | 92 dB       |
| 16:00 | 90 dB       | 91 dB       | 90 dB       |
| 20:00 | 90 dB       | 90 dB       | 91 dB       |

Fuente: elaboración propia.

El ruido promedio emitido por los pistones de compresión es de 90,66 dB que se considera un riesgo potencial para los trabajadores y una molestia para los vecinos que se ven expuestos a estos ruidos durante el transcurso de la noche debido al turno nocturno.

### **3.2.8. Motores trifásicos**

Toda la planta de producción funciona con motores trifásicos y motoredutores sin estos la planta de producción no podría desempeñar su función. Existen 242 motores que varían su potencia desde ¼ HP hasta 125 HP. Los motores generan ruido debido al funcionamiento, desajustes por falta de mantenimiento (actualmente se da mantenimiento a los motores, sin embargo, no hay ninguna persona que revise y dé un visto bueno a las actividades de los mecánicos, por lo que a veces el motor falla), edad de utilización, etcétera.

Estadísticas presentadas por el departamento de mantenimiento de la empresa muestran las causas de ruido y desajustes provocadas por los motores debido a un mantenimiento inadecuado, las causas se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla XXV. **Fallas de motores generadas por mantenimiento inadecuado**

| Cantidad de motores | Porcentaje | Causa                          |
|---------------------|------------|--------------------------------|
| 39                  | 36,45%     | Ruido y desajuste de cojinetes |
| 31                  | 28,97%     | Sobrecalentamiento             |
| 22                  | 20,56%     | Mal embobinado                 |
| 15                  | 14,02%     | Desajuste del eje              |

Fuente: elaboración propia.

Estos motores son fuente de contaminación ambiental ya que al trabajar todos en conjunto producen un ruido estruendoso y vibraciones que causan malestar entre los operarios y los vecinos.

El ruido producido por los motores en funcionamiento, medido con un sonómetro es el siguiente:

Tabla XXVI. **Ruido de motores medido a diversas horas del día**

|       | Día 1       | Día 2       | Día 3       |
|-------|-------------|-------------|-------------|
| Hora  | dB emitidos | dB emitidos | dB emitidos |
| 08:00 | 93 dB       | 94 dB       | 93 dB       |
| 12:00 | 92 dB       | 95 dB       | 93 dB       |
| 16:00 | 94 dB       | 95 dB       | 95 dB       |
| 20:00 | 95 dB       | 95 dB       | 94 dB       |

Fuente: elaboración propia.

En promedio los motores trifásicos producen un ruido de 94 dB durante todo el día.

### **3.3. Localización industrial**

Según el Reglamento de Localización Industrial de Guatemala las zonas de tolerancia industrial (zonas de ubicación de industrias), se sitúan a lo largo de la zona 12, siendo esta el área recomendable para ubicar diferentes fábricas e industrias textiles, agropecuarias, de transformación y de extracción, como se establece en el capítulo III, Artículo 14 del citado Reglamento.

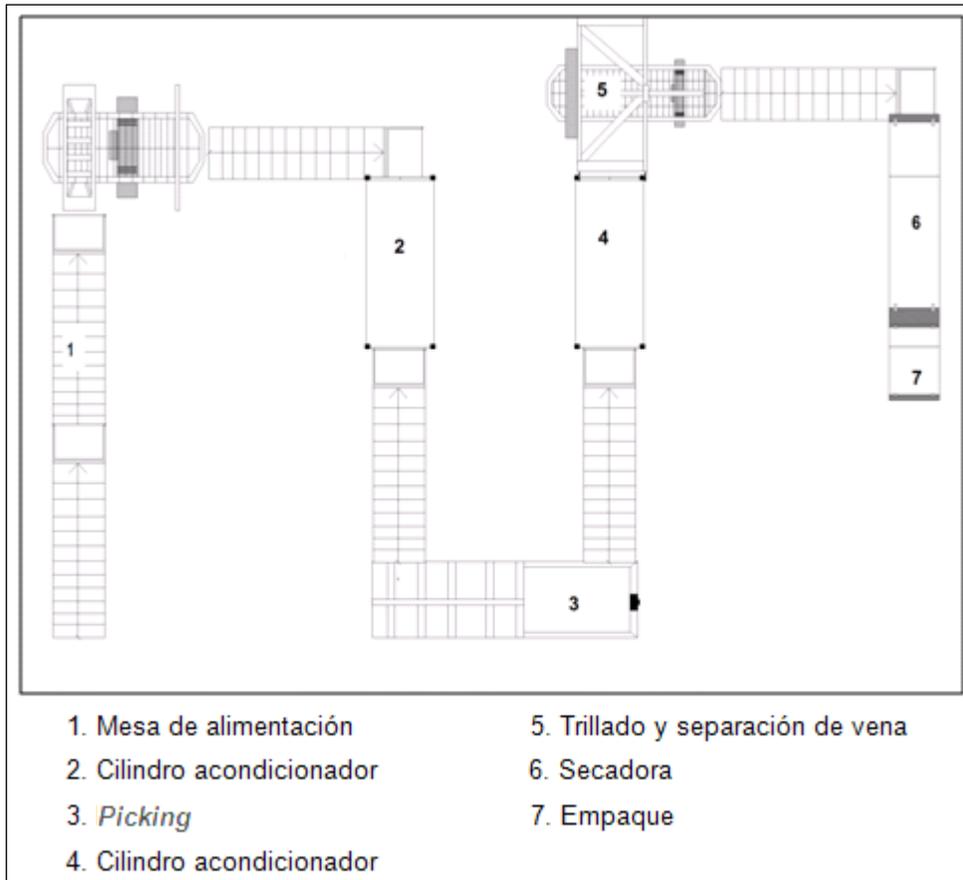
La ubicación de la planta de proceso en la actualidad ocupa cuatro manzanas y está ubicada dentro de un área residencial del barrio Gerona, de la zona 1 capitalina.

### **3.4. Distribución de maquinaria**

En la planta se utiliza el tipo de distribución, de acuerdo al producto, ya que se orienta teniendo en mente al tabaco, esta distribución se utiliza cuando se producen volúmenes grandes y en fábricas de producción continua, donde cada una de las unidades producidas demanda la misma secuencia en las operaciones desde el principio hasta el fin.

La siguiente figura muestra la distribución de maquinaria dentro de la planta, actualmente no es posible realizar un ajuste de la maquinaria dentro de las instalaciones, ya que el espacio que se destina a producción es reducido. Sin embargo, por ser un proceso automatizado (sin incluir la mesa de alimentación), la distribución de maquinaria es la óptima.

Figura 15. **Distribución de maquinaria en planta**



Fuente: elaboración propia.

Debido al espacio del edificio industrial no se puede modificar la distribución de la maquinaria por lo que se considera la ubicación de la maquinaria correcta ya que aprovecha al máximo el espacio disponible y el producto tarda el tiempo adecuado para que no se produzcan cuellos de botella en la línea de llenado (prensa Fishburne).

### 3.5. Edificio industrial

Los edificios de la planta son del tipo de primera categoría ya que son edificios cuya estructura principal está formada por marcos rígidos de concreto armado y relleno de hormigón, con columnas que transmiten las fuerzas hacia las zapatas individuales del mismo material. Los muros exteriores son de ladrillo y cemento los cuales generalmente no reciben cargas externas, constituyéndose en muros de relleno lo que lo hace un edificio asísmico.

### 3.6. Mano de obra

El recurso humano es el más importante para le empresa, actualmente, laboran en ella 423 personas las cuales están divididas en diferentes puestos, la siguiente tabla, muestra la estructuración de la mano de obra.

Tabla XXVII. **Recurso humano de la planta según puesto**

| Puesto                  | Cantidad |
|-------------------------|----------|
| Alimentadores de tabaco | 40       |
| Personal de limpieza    | 29       |
| Mecánicos               | 18       |
| Eléctricos              | 9        |
| Compradores de tabaco   | 43       |
| Operadores              | 222      |
| <i>Picking</i>          | 29       |
| Personal administrativo | 33       |
| Total                   | 423      |

Fuente: elaboración propia.

### **3.7. Jornadas de trabajo**

Las jornadas de trabajo utilizadas en la empresa son la diurna y la nocturna, en ambas jornadas se pagan horas extras. En la jornada diurna el horario de entrada es de 6:00 horas en punto y salida a las 18:00 horas, cubriendo un total de 12 horas trabajadas de las cuales 4 son extras.

En la jornada nocturna el horario es de 18:00 horas a 6:00 horas, cubriendo 12 horas de las cuales 6 son extras. La semana laboral es de 6 días iniciando labores lunes y terminando el día sábado.

### **3.8. Estudio de ruido**

Este estudio se llevó a cabo en todas las áreas de la planta, se obtuvieron datos con un sonómetro marca Blue modelo 358B, el horario de exposición del personal ubicado en las distintas áreas es de aproximadamente 10 horas. Los decibeles percibidos por el personal se detallan en la siguiente tabla:

Tabla XXVIII. **Niveles de ruido percibidos en distintas partes de la planta**

| Ubicación                | dB promedio |
|--------------------------|-------------|
| Mesa de alimentación     | 90 dB       |
| Cilindro acondicionador  | 89 dB       |
| <i>Picking</i>           | 86 dB       |
| Trillado                 | 86 dB       |
| Separación vena y lámina | 89 dB       |
| Secado                   | 89 dB       |
| Empaque                  | 91 dB       |

Fuente: elaboración propia.

El nivel de ruido y el tiempo de exposición aceptables para ruidos continuos como los de la planta son los siguientes:

Tabla XXIX. **Niveles y tiempo de exposición permitidos**

| dB percibidos | Tiempo de exposición    |
|---------------|-------------------------|
| -90 dB        | Despreciable            |
| 90 dB         | 8 horas                 |
| 95 dB         | 4 horas                 |
| 100 dB        | 2 horas                 |
| 105 dB        | 1 hora                  |
| 110 dB        | 0,5 hora                |
| 115 dB        | 0,25 hora               |
| 120 dB        | 0,123 hora              |
| +120 dB       | Protección contra ruido |

Fuente: TORRES, Sergio. Ingeniería de plantas. p. 96.

Para conocer la dosificación del ruido se deduce la siguiente ecuación:

$$D = \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \frac{C3}{T3} + \dots + \frac{Cn}{Tn}$$

Donde

C1, C2, C3 = tiempo total de exposición a nivel especificado

T1, T2, T3 = tiempo permitido de exposición (tabla XXIX) a decibeles indicados

Con los datos de la tabla XXIX sabiendo que en promedio el tiempo de exposición para todos los operarios es de 10 horas diarias la dosificación es:

$$D = \frac{10}{8} + \frac{10}{8} + \frac{10}{8} + \frac{10}{8} + \frac{10}{8} + \frac{10}{8} + \frac{10}{8} = 8,75$$

La dosificación máxima permitida es:

$$D_{Permitida} = \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} + \frac{8}{8} = 7$$

La dosificación de ruido a la que se encuentra expuesto el trabajador es mayor a la dosificación permitida por lo que se necesita de equipo de protección personal para evitar futuros trastornos en los operarios.

Las investigaciones realizadas por la OMS, sugieren que con el equipo de protección adecuado, el ruido se reduce en un 25%, siendo equipo de protección auditiva como orejeras o tapones de caucho los cuales se adecuan perfectamente al oído humano sin causar daños a las orejas.

La maquinaria industrial es la causante del ruido excesivo, debido a falta de mantenimiento preventivo y correctivo, la tabla XXX muestra las investigaciones realizadas con diferentes tipos de motores.

Tabla XXX. **Ruido de motores con y sin mantenimiento**

| Caballaje de motor (HP) | Sonido de motor sin mantenimiento (dB) | Sonido de motor con mantenimiento (dB) | Diferencia (dB) | Reducción porcentual |
|-------------------------|--|--|-----------------|----------------------|
| 10                      | 83                                     | 73                                     | 10              | 12,05%               |
| 25                      | 89                                     | 77                                     | 12              | 13,48%               |
| 50                      | 95                                     | 80                                     | 15              | 15,79%               |
| 125                     | 99                                     | 85                                     | 14              | 14,14%               |

Fuente: elaboración propia.

Se observa una gran diferencia entre los motores que no poseen mantenimiento con los que sí, el mantenimiento aunado a un buen equipo de protección personal, son la clave para poder reducir las estadísticas de asistencia a la enfermería, así como disminuir la inasistencia del personal por enfermedades como irritación del tímpano, estrés y la distracción que causa el ruido en la empresa.

### **3.9. Indicadores de calidad del aire y humo de chimeneas**

Se realizó un estudio con la ayuda de cartas de Ringelman, esto para conocer la densidad aparente visual del humo que emana de las chimeneas de las calderas de la planta. Se tomaron 30 lecturas aproximadamente a intervalos de 15 segundos, los resultados fueron los siguientes:

Tabla XXXI. **Observaciones tomadas con cartas de Ringelman**

| # de lecturas | Tiempo |      |      |      |
|---------------|--------|------|------|------|
|               | 0 s    | 15 s | 30 s | 45 s |
| 1             | 0      | 0    | 0    | 0    |
| 2             | 0      | 0    | 0    | 0    |
| 3             | 0      | 0    | 0    | 0    |
| 4             | 1      | 1    | 1    | 2    |
| 5             | 2      | 2    | 1    | 2    |
| 6             | 2      | 2    | 2    | 2    |
| 7             | 2      | 1    | 1    | 1    |
| 8             | 2      | 2    | 2    | 2    |
| 9             | 2      | 2    | 1    | 1    |
| 10            | 0      | 0    | 0    | 0    |
| 11            | 0      | 0    | 0    | 0    |
| 12            | 1      | 1    | 1    | 1    |
| 13            | 1      | 1    | 1    | 1    |
| 14            | 1      | 1    | 1    | 1    |
| 15            | 2      | 3    | 2    | 2    |
| 16            | 1      | 1    | 2    | 2    |
| 17            | 3      | 3    | 3    | 2    |
| 18            | 2      | 3    | 3    | 4    |
| 19            | 3      | 3    | 3    | 2    |
| 20            | 3      | 3    | 3    | 1    |
| 21            | 3      | 2    | 2    | 2    |
| 22            | 2      | 1    | 1    | 1    |
| 23            | 0      | 0    | 0    | 0    |
| 24            | 2      | 1    | 1    | 2    |
| 25            | 1      | 1    | 1    | 2    |
| 26            | 1      | 1    | 1    | 1    |
| 27            | 0      | 0    | 0    | 0    |
| 28            | 2      | 1    | 1    | 1    |
| 29            | 1      | 1    | 1    | 1    |
| 30            | 2      | 1    | 3    | 3    |

Fuente: elaboración propia.

Para conocer el DAV (densidad aparente visual) se utiliza la siguiente ecuación:

$$DAV = \frac{(NE \times 20)}{N}$$

Donde

NE = número de observaciones multiplicado por cantidad de tarjetas

N = total de observaciones

El número 20 es la equivalencia en % de densidad del número de tarjetas

El estudio da como resultado lo siguiente:

Tabla XXXII. **Resultados del estudio con cartas de Ringelman**

| Número de tarjeta | Lecturas (N) | Equivalente al No. (NE) |
|-------------------|--------------|-------------------------|
| 0                 | 28           | 0                       |
| 1                 | 44           | 44                      |
| 2                 | 32           | 64                      |
| 3                 | 15           | 45                      |
| 4                 | 1            | 4                       |
| Total             | 120          | 157                     |

Fuente: elaboración propia.

$$DAV = \frac{(157 \times 20)}{120} = 21,17 \%$$

La densidad aparente visual es menor que el 51% cantidad que da margen a chimeneas que contaminan el ambiente, por consiguiente el humo producido por la chimenea de la empresa es intrascendente.

En el país el organismo destinado a medir los indicadores de la calidad del aire es el Laboratorio de monitoreo del aire, de la Facultad de ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, este ente posee varios puntos de observación situados en la zona 1 Museo de la Universidad de San Carlos de Guatemala (MUSAC), zona 11 Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Calzada San Juan, zona 12, y zona 13 Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), se dedica a medir la pureza y la contaminación del aire a nivel capitalino.

Para ello, se realizan estudios de PTS (Partículas Totales en Suspensión), Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), y lluvia acida, de todos estos los que interesan más son las partículas totales en suspensión que en el caso de la tabacalera sería una de las fuentes de contaminación generada por la degradación del tabaco. Según datos de la OMS y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), los valores guías o normales por las que se considera un aire contaminado pero estable son de 240 µg/m<sup>3</sup>, la tabla XXXIII muestra el estudio hecho por el Laboratorio de monitoreo del aire en los diversos puntos.

Tabla XXXIII. **Mediciones de PTS, para el año 2009**

| Estación  | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | Promedio |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| MUSAC     | 17  | 116 | 82  | 53  | 40  | 21  | 27  | 42  | n/m | 16  | 51  | 47       |
| INCAP     | 183 | 120 | 179 | 76  | 113 | 134 | 82  | 87  | 197 | 246 | 90  | 137      |
| USAC      | 21  | 42  | 62  | 51  | 22  | 26  | 41  | 47  | 38  | 32  | 48  | 39       |
| INSIVUMEH | 90  | 81  | 60  | 49  | 42  | 57  | 32  | 53  | 30  | n/m | 234 | 73       |

Fuente:[http://www.usac.edu.gt/~usacceur/INFORME\\_LMA\\_2009.pdf](http://www.usac.edu.gt/~usacceur/INFORME_LMA_2009.pdf) [consulta: en marzo 2009].

La estación más cercana a la ubicación de la planta es la del MUSAC situada en la zona 1, en la figura se observan que para los meses de marzo, abril y mayo las mediciones son  $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La empresa Mediciones Ambientales, S.A, realizó medidas en la planta durante el último período de producción tanto adentro como a 900 metros de esta, los resultados se muestran a continuación:

Tabla XXXIV. **Estudio de PTS, realizado en la planta de producción y fuera de ella**

| Ubicación                  | Marzo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Abril ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Mayo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Promedio( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Adentro de la empresa      | 226                                | 253                                | 247                               | 242,00                               |
| A 900 metros de la empresa | 42                                 | 46                                 | 43                                | 43,67                                |

Fuente:<http://www.medicionesambientales.com.gt/reportesprocesa.pdf> [consulta: en febrero 2009].

Al comparar estos datos con los de la estación del MUSAC para los mismos meses, se observa que dentro de la empresa el promedio es muy elevado sobrepasando el valor normal por la EPA y la OMS de  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y a 900 metros de distancia el promedio es estable ya que es menor al valor normal. (Se toman solo los meses de marzo, abril y mayo para la comparación debido a que son los meses de producción).

Es por ello, que el aire está contaminado, por partículas de tabaco en suspensión las que generan, irritación en las vías respiratorias, aumento en la susceptibilidad al asma, resfriado común, disminución de la visibilidad generando accidentes, congestión pulmonar y deterioro en láminas de los techos aledaños.

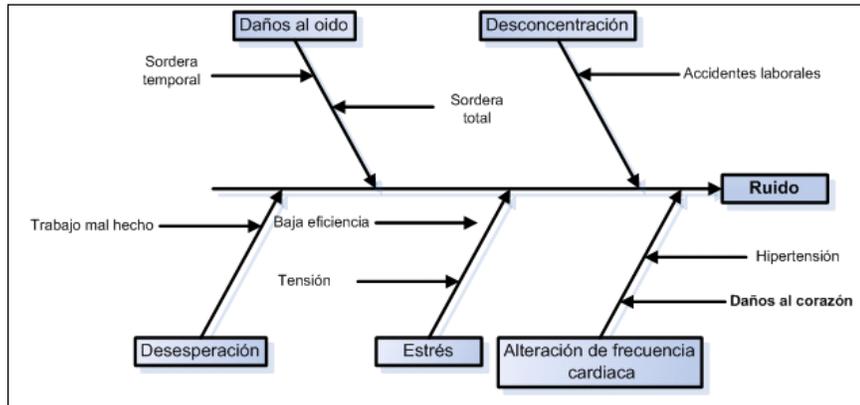
### **3.10. Matriz de identificación de efectos**

La matriz de efectos consiste en una matriz que indica los efectos positivos o negativos que causan los diferentes tipos de maquinarias o alteraciones que el ser humano hace al entorno. Esta matriz se puede representar con un diagrama de pescado o diagrama de *Ishikawa*.

#### **3.10.1. Ruido**

El ruido producido por la maquinaria y las operaciones diarias que se dan en la planta procesadora causan diferentes efectos que a su vez traen consigo consecuencias como lo demuestra el siguiente diagrama de pescado.

Figura 16. Diagrama *Ishikawa* del ruido producido

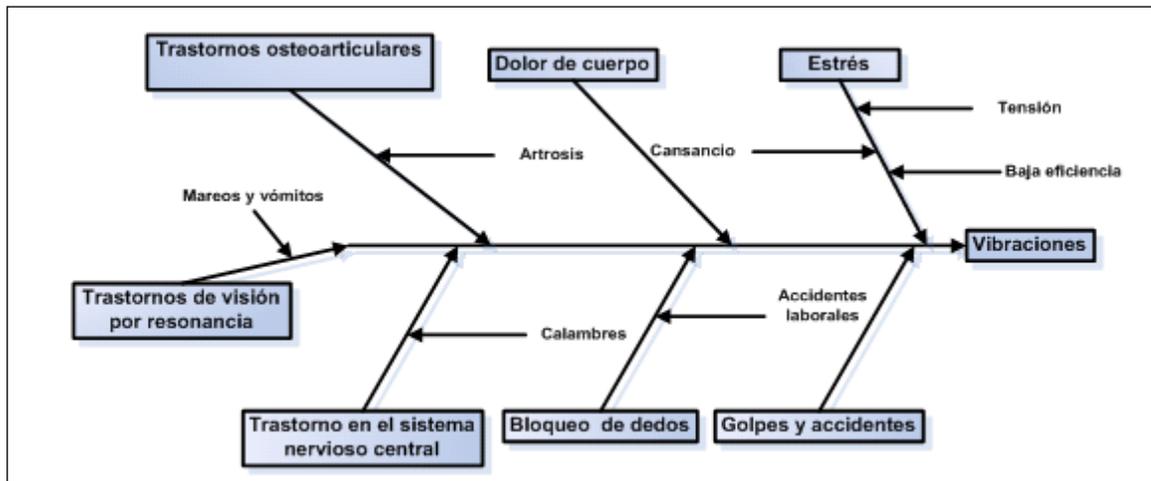


Fuente: elaboración propia.

### 3.10.2. Vibraciones

Las vibraciones originadas por el funcionamiento de motores trifásicos y vibradores pueden provocar los siguientes efectos:

Figura 17. Diagrama *Ishikawa* de las vibraciones producidas

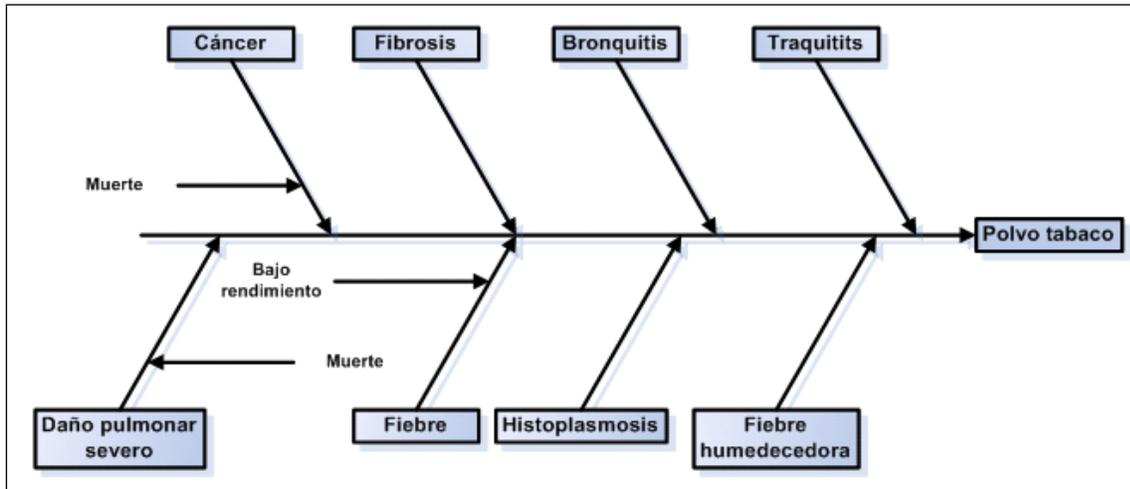


Fuente: elaboración propia.

### 3.10.3. Producción de polvo

El polvo producido por el trillado de tabaco genera las siguientes enfermedades, algunas de ellas muy peligrosas.

Figura 18. Diagrama *Ishikawa* de la producción de polvo

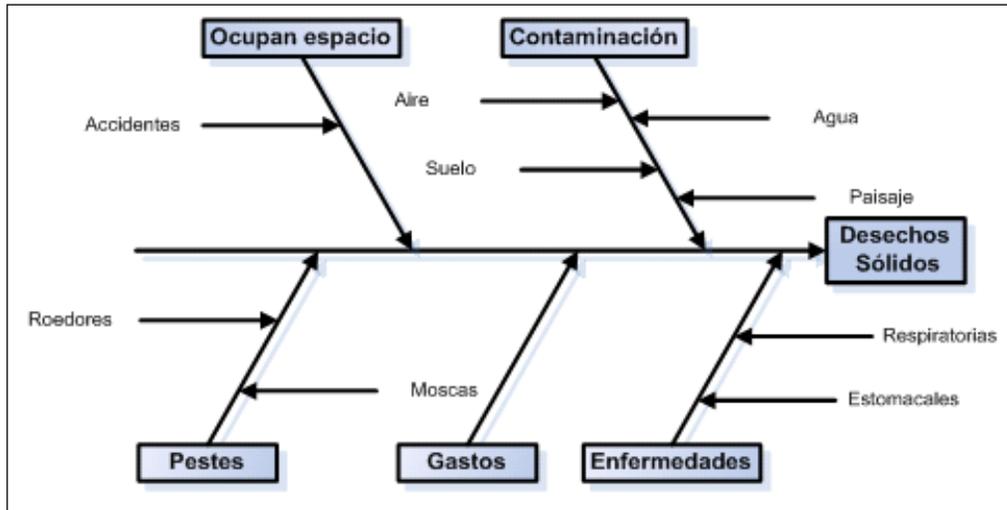


Fuente: elaboración propia.

#### 3.10.4. Desechos sólidos

El almacenamiento de desechos sólidos afecta a personas tanto dentro como fuera de la misma y sus efectos son:

Figura 19. Diagrama Ishikawa de los desechos sólidos producidos

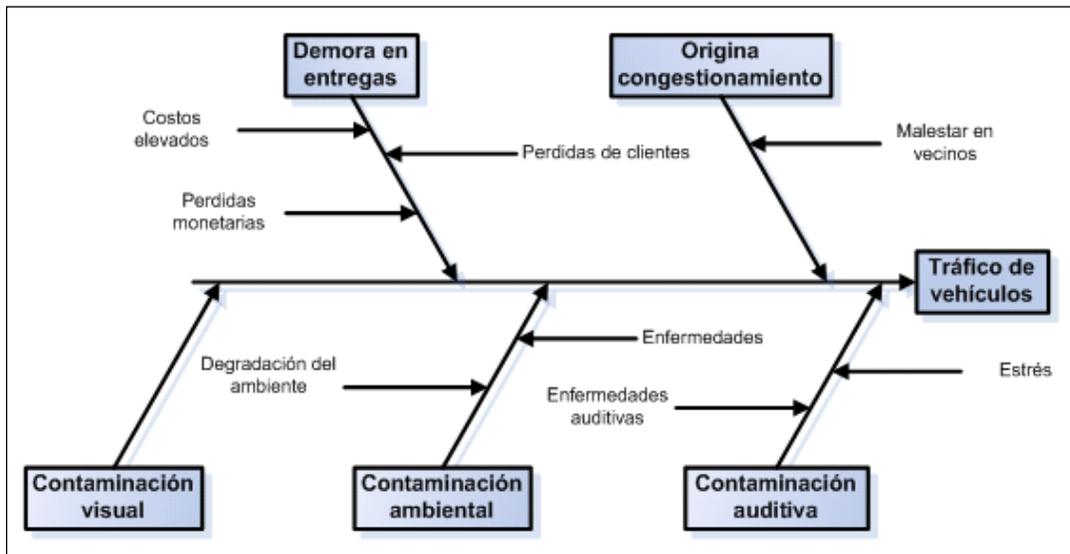


Fuente: elaboración propia.

### 3.10.5. Tránsito de vehículos

El tránsito de los camiones, vehículos y montacargas utilizados para transportar el tabaco de un área a otra dentro de la planta o para llevar el producto final a su destino produce lo siguiente:

Figura 20. Diagrama de *Ishikawa* del tránsito producido



Fuente: elaboración propia.

### 3.11. Valoración del impacto

La valoración cualitativa del impacto se efectúa a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Impacto total} = C(P + I + O + E + D + R)$$

Donde

(R) Carácter (positivo, negativo y neutro, considerando a estos últimos como aquel que se encuentra por debajo de los umbrales de aceptabilidad, contenidos en las regulaciones ambientales).

(P) Grado de perturbación en el ambiente (clasificado como: importante, regular y escasa).

(I) Importancia desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental (clasificado como: alto, medio y bajo).

(O) Riesgo de ocurrencia entendido como la probabilidad que los impactos estén presentes (clasificado como: muy probable, probable, poco probable).

(E) Extensión areal o territorio involucrado (clasificado como: regional, local, puntual).

(D) Duración a lo largo del tiempo (clasificado como: permanente o duradera en toda la vida del proyecto, media o durante la operación del proyecto y corta o durante la etapa de construcción del proyecto).

(R) Reversibilidad para volver a las condiciones iniciales (clasificado como: reversible si no requiere ayuda humana, parcial si requiere ayuda humana, e irreversible si se debe generar una nueva condición ambiental).

Cada una de estas características de la valoración se pondera de la siguiente manera:

Tabla XXXV. **Ponderación de características de evaluación ambiental**

| Carácter ( C )       | Positivo (1)     | Negativo (-1) | Neutro (0)         |
|----------------------|------------------|---------------|--------------------|
| Perturbación ( P )   | Importante (3)   | Regular (2)   | Escasa (1)         |
| Importancia ( I )    | Alta (3)         | Media (2)     | Baja (1)           |
| Ocurrencia ( O )     | Muy probable (3) | Probable (2)  | Poco probable (-1) |
| Extensión ( E )      | Regional (3)     | Local (2)     | Puntual (1)        |
| Duración ( D )       | Permanente (3)   | Media (2)     | Corta (1)          |
| Reversibilidad ( R ) | Irreversible (3) | Parcial (2)   | Reversible (-1)    |

Fuente: ESPINO, Guillermo. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. p. 136.

Cuando la evaluación es negativa se da la siguiente clasificación:

Tabla XXXVI. **Tipo de impacto según valoración ambiental**

| Tipo de impacto    | Ponderación         |
|--------------------|---------------------|
| Impacto severo     | $\leq (-) 15$       |
| Impacto moderado   | $(-) 15 \leq (-) 9$ |
| Impacto compatible | $\leq (-) 9$        |

Fuente: ESPINO, Guillermo. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. p. 136.

Con lo anterior se procede a realizar la valoración del impacto producido por el trillado de tabaco.

Tabla XXXVII. **Ponderación de características de evaluación ambiental**

| Característica       | Cualidad        | Explicación   |
|----------------------|-----------------|---|
| Carácter ( C )       | Negativo = -1   | Debido a que se ven varios factores alterados debido al trillado, este es de carácter negativo                                |
| Perturbación ( P )   | Importante = 3  | Debido a que es un daño al ambiente y a las personas que a futuro podría causar trastornos nocivos                            |
| Importancia ( I )    | Media = 2       | Por alterar pocos recursos naturales  |
| Ocurrencia ( O )     | Probable = 2    | Ya que el impacto ocurre tan solo una vez al año  |
| Extensión ( E )      | Local = 2       | Ya que el área impactada no se extiende más allá de un kilómetro a la redonda   |
| Duración ( D )       | Corta = 1       | La duración del proceso son tres meses por año  |
| Reversibilidad ( R ) | Reversible = -1 | Al terminar el procesado de tabaco el impacto acaba dando lugar a la naturaleza a revertir el impacto sin la ayuda del hombre |

Fuente: ESPINO, Guillermo. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. p. 138.

Al sustituir los datos en la ecuación  $Impacto\ total = C(P + I + O + E + D + R)$  resulta:

$$Impacto\ total = -1(3 + 2 + 2 + 2 + 1 + (-1))$$

$$\text{Impacto total} = -9$$

El resultado  $-9$  da según la tabla XXXVI un impacto moderado el cual es aquel cuya recuperación no precise prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

### 3.12. Importancia del impacto

Los impactos se clasifican según su importancia, esta puede ser alta, mediana y baja y esto depende de lo siguiente:

Tabla XXXVIII. **Importancia del impacto**

| Importancia | Ponderación |
|-------------|-------------|
| Alta        | $\leq 15$   |
| Mediana     | $15 \leq 9$ |
| Baja        | $\leq 9$    |

Fuente: ESPINO, Guillermo. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. p. 139.

La ponderación se establece con las características que se describen a continuación.

Figura 21. **Importancia de un impacto**

|  |   |                          |   |
|--|---|--------------------------|---|
| 1. INTENSIDAD: PUNTUACIÓN<br>CUALITATIVA | { | BAJA                     | 1 |
|  |   | MEDIA                    | 2 |
|  |   | ALTA                     | 3 |
| 2. EXTENSIÓN                             | { | PUNTUAL                  | 1 |
|  |   | PARCIAL                  | 2 |
|  |   | EXTENSO (TODO EL ÁMBITO) | 3 |
| 3. MOMENTO EN QUE SE PRODUCE             | { | INMEDIATO                | 3 |
|  |   | MEDIO                    | 2 |
|  |   | LARGO PLAZO              | 1 |
| 4. REVERSIBILIDAD DEL EFECTO             | { | IMPOSIBLE                | 4 |
|  |   | LARGO PLAZO              | 3 |
|  |   | MEDIO PLAZO              | 2 |
|  |   | CORTO PLAZO              | 1 |

Fuente: ESPINO, Guillermo. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. p. 100.

La siguiente ecuación da entonces la importancia del impacto:

Importancia = 3 (intensidad)+ 2 (extensión) + valor del momento + valor reversibilidad.

Tabla XXXIX. **Importancia del impacto (adaptada)**

| Característica            | Cualidad          | Explicación   |
|---------------------------|-------------------|---|
| Intensidad                | Baja = 1          | Por no ser frecuente sino se produce una vez al año.  |
| Extensión                 | Puntual = 1       | El impacto provocado es puntual ya que daña un punto definido.  |
| Momento en que se produce | Inmediato = 3     | El trillado de tabaco impacta de manera instantánea el ambiente y a las personas.   |
| Reversibilidad            | Mediano plazo = 2 | Ya que el ambiente no se regenera al instante sino alrededor de dos meses después, es cuando se deja de percibir polvo y olor a tabaco. |

Fuente: elaboración propia

Al sustituir los datos en la ecuación de importancia da:

$$\text{Importancia} = 3(1) + 2(1) + 3 + 2$$

$$\text{Importancia} = 10$$

El resultado de la importancia es 10, valor que representa, según la tabla XXXVIII, un impacto de mediana importancia.

### **3.13. Resultados de la EIA**

El estudio demuestra que un factor que incide en la contaminación ambiental es el ruido tanto interna como externamente de la planta de producción ya que adentro de esta, la dosificación de ruido supera a la dosificación permitida.

Por lo que es necesaria la aplicación de políticas de seguridad industrial, como suministrar, capacitar y exigir a los empleados el uso obligatorio de equipo de protección personal, ya que en las investigaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se reduce hasta un 25 % el nivel de ruido.

También se debe realizar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria ya que se comprobó que existe una reducción del ruido del 12,5% en motores de 10 HP y hasta un 14,14% en motores de 125 HP, el mantenimiento dado fue el cambio de cojinetes y engrase de juntas de rotor y estator y limpieza general del embobinado.

El trabajador debe utilizar el protector auditivo durante todo el tiempo que esté expuesto al ruido. Aspectos tales como, la atenuación sonora del protector auditivo, la comodidad y las capacitaciones periódicas, deberían garantizar el uso correcto del protector auditivo.

Para promover el uso de protección auditiva donde se requiera, es importante identificar y señalar las zonas ruidosas. El acceso de trabajadores a dichas zonas no se podrá efectuar sin protección auditiva.

Los trabajadores serán capacitados sobre las medidas de control del ruido implementadas (uso de equipo de protección auditiva), y los efectos que tiene el ruido en la salud (sordera, estrés, distracción, accidentes) y en el uso correcto del protector auditivo. Se detallan algunas consideraciones generales para la capacitación respecto al uso de protección auditiva:

Para lograr un mayor impacto en los trabajadores la capacitación debe ser teórica y práctica, asimismo, se debe utilizar la metodología más adecuada al grupo de trabajadores, siendo esta, capacitaciones en salones audiovisuales donde se les muestre la forma correcta del uso del equipo de protección personal y el riesgo de no usarlo, entregándoles documentos para su uso posterior, resolver dudas de la capacitación para que todo quede claro. Los contenidos mínimos que se deben considerar en las capacitaciones son los siguientes:

- Conceptos básicos de ruido ocupacional (Provocado por la maquinaria)
- Efectos en la audición producto de la exposición a ruido
- Niveles sonoros en sus lugares de trabajo
- El riesgo al que se expone si no se utilizan protectores auditivos
- La influencia del tiempo de uso en la eficacia de la protección auditiva
- La repercusión de la inserción correcta de los tapones y de la colocación adecuada de las orejeras en la protección del riesgo.

Es necesario realizar un control por medio de un supervisor el cual, debe chequear periódicamente el uso de protección auditiva en aquellos trabajadores expuestos a ruido.

Los trabajadores deben estar familiarizados con la correcta utilización y mantenimiento de los equipos, así mismo, constituir un ejemplo para los trabajadores, utilizando elementos de protección auditiva en todas las áreas indicadas como de uso obligatorio de equipo de protección auditiva dentro de la empresa.

El humo emitido por las chimeneas de las calderas cuya densidad aparente visual es de un 21,17 % es menor al 51% porcentaje que indica que las chimeneas contaminan el ambiente, por lo que se establece que las chimeneas de las calderas de la empresa no contaminan el aire, sin embargo, en el análisis de las partículas totales en suspensión se observa un dato abrumador ya que si se comparan los datos tomados por el Laboratorio de monitoreo del aire de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (ubicado en el MUSAC), se observa que hay una gran diferencia.

Tomando en cuenta que el MUSAC se encuentra en una avenida concurrida por todo tipo de vehículos, por lógica deberían existir mayor número de partículas totales en suspensión (PTS) por los gases de CO<sub>2</sub> emitidos por los motores de los vehículos ( 82, 53 ,40µg/m<sup>3</sup>para los meses de marzo, abril y mayo respectivamente), sin embargo, el estudio muestra lo contrario, detalla que en la planta de producción es donde mayor número de PTS (226, 253, 247 µg/m<sup>3</sup>para los meses de marzo, abril y mayo respectivamente).

Debido a la degradación del tabaco la cual genera polvo en el ambiente y a su vez es causa de irritación en las vías respiratorias, aumento en la susceptibilidad al asma, resfriado común, disminución de la visibilidad generando accidentes, congestión pulmonar y deterioro en láminas de los techos aledaños.

Por lo que, es necesario un programa de protección respiratoria, creando las mismas indicaciones para el equipo de protección auditiva, como la entrega, y capacitación del uso del equipo de protección respiratoria, supervisando en todo momento el uso correcto del equipo, la capacitación debe incluir:

- Conceptos básicos de la contaminación del aire (PTS)
- Efectos de PTS producto de la exposición a ellos
- Niveles de PTS existentes dentro y fuera de la planta
- El riesgo al que se expone si no se utilizan protectores respiratorios
- La influencia del tiempo de uso en la eficacia de la protección respiratoria

El no acatar las políticas de la empresa relativas hacia el uso diario y correcto del equipo de protección personal generará por parte de la empresa lo siguiente:

- Una violación por primera vez, se debatirá por vía oral entre la supervisión empresa y el trabajador. Esto se hará tan pronto como sea posible.
- Una infracción por segunda vez, se hará un seguimiento por escrito y una copia de esta documentación por escrito se consignará en la carpeta personal del empleado.
- Una violación por tercera vez, se traducirá en tiempo libre o la terminación de lo posible, en función de la gravedad de la violación.

Las matrices de identificación de efectos dan una idea de los posibles problemas a los que se ven sometidos los empleados y personal ajeno a la planta debido al funcionamiento de la misma en un barrio residencial, estos peligros latentes son las vibraciones, polvo, tránsito de vehículos y desechos sólidos (provocados por tabaco podrido y basura generada por los empleados).

La valoración del impacto es de carácter moderado y la importancia es media, lo que indica que el daño provocado por el proceso productivo es contaminante pero reversible, siendo un tipo de contaminación que se puede reducir o mitigar realizando mejoras a los sistemas de producción (como se indica en el capítulo 6) y estableciendo políticas de mantenimiento y de seguridad industrial, los cuales incluyen capacitación, supervisión y control por parte de la gerencia para que se logre aumentar la productividad, disminuyendo:

Pérdida de tiempo por: incapacidad por una lesión mayor o actividades restringidas, incapacidad por una lesión importante, paros de maquinaria por atención a un empleado herido, fatalidad, pérdida de tiempo por reinicio de operaciones después de un accidente, distracción de los trabajadores durante el accidente (tiempo), asistencia necesaria que se debe brindar en el lugar del accidente y bajo nivel moral del personal después de un accidente.

Aumento de costos de contratación y capacitación de nuevos empleados que cubran las plazas, pérdida de tiempo por reparación de maquinaria, decremento del rendimiento por operación de operadores inexpertos, reducción del rendimiento por operación de operadores lastimados, pensiones por incapacidad y gastos de tratamientos médicos especiales.

Costos de contingencia por: daños a equipos, vehículos y herramientas que afectan el reinicio de operaciones, alta rotación de personal debido a la falta de percepción de seguridad, mala imagen corporativa (falta de compromiso con los empleados).

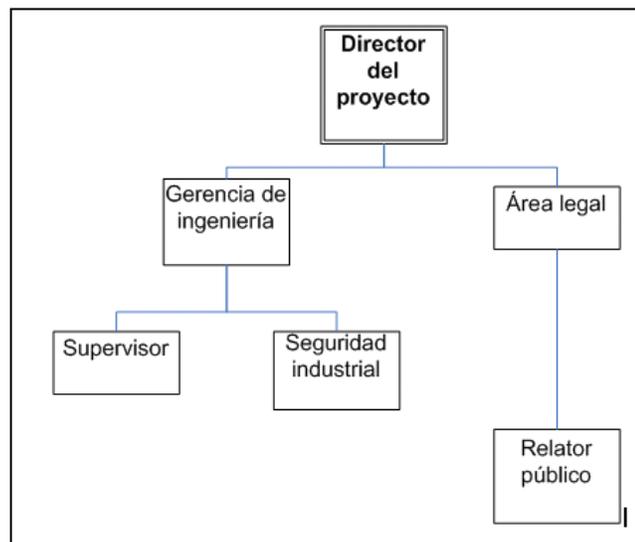
## 4. ESTUDIO ADMINISTRATIVO LEGAL

### 4.1. Estructura organizacional

El personal encargado de realizar las actividades de mitigación deberá conformarse por un grupo multidisciplinario encargado de velar por el cumplimiento de las diversas políticas y funcionamiento de las propuestas.

La figura 22 detalla el organigrama del personal encargado de velar por el proyecto.

Figura 22. Organigrama del comité de mitigación



Fuente: elaboración propia.

El director del proyecto será el gerente de operaciones el cual velará por el estricto funcionamiento del proyecto y de la puesta en marcha de este, cuidando que se cumpla todo lo establecido en las medidas de mitigación y controlando los costos para la empresa. El director del proyecto será el consultor ante la Dirección General de Gestión Ambiental del Ministerio de Ambiente, para dar a conocer el seguimiento y funcionamiento del proyecto ante este ente rector.

La gerencia de ingeniería será la encargada de realizar los diversos estudios de ingeniería y practicarlos, estará precedida por un ingeniero industrial, siendo el más indicado el gerente de producción, el cual tiene a su cargo a un supervisor que tendrá la función de vigilancia y control constante hacia el personal, también se encuentra una persona encargada de la seguridad industrial que velará por el estricto cumplimiento de las políticas de uso de equipo de protección personal para los empleados.

Un abogado será necesario para realizar el proyecto con apego a la ley, para cumplir los diversos decretos y reglamentos que la legislación guatemalteca establece. Este a su vez delegará funciones a un relator público el cual se reunirá con vecinos afectados por el funcionamiento de la planta para darles a conocer propuestas generadas y escuchar sugerencias de las personas.

#### **4.2. Obligación social empresarial**

La responsabilidad social es un enfoque que se basa en un conjunto integral de políticas, prácticas y programas centrados en el respeto por la ética, las personas, las comunidades y el ambiente.

Por lo que la base del proyecto se fundamenta en el respeto al derecho ajeno, mediante una producción más limpia. Se contemplan varios planes por parte de la empresa para generar un acercamiento con los vecinos del sector.

Por este motivo la empresa se dedicará al continuo mejoramiento del entorno, colaborando con el ornato del barrio, incentivando a vecinos a crear áreas verdes y cuidar los pocos árboles que se encuentran en los alrededores, así también a crear políticas internas que regulen el comportamiento de empleados respecto al ambiente, como por ejemplo, la culturización de colocar los desechos en un lugar adecuado y la separación de los desechos en papel, plásticos y vidrio.

Se creará un comité encargado de cumplir con la responsabilidad social ya que la empresa debe compensar los efectos y los descontentos de las personas de una manera eficaz. El relator público de la empresa será el intermediario entre esta y los vecinos para un acercamiento que produzca armonía y lime las asperezas que existen hoy en día, (molestias de los vecinos por contaminación ambiental, denuncias a los distintos ministerios del país e incluso la decisión del grupo de vecinos del cierre de la planta de producción).

#### **4.3. Políticas administrativas**

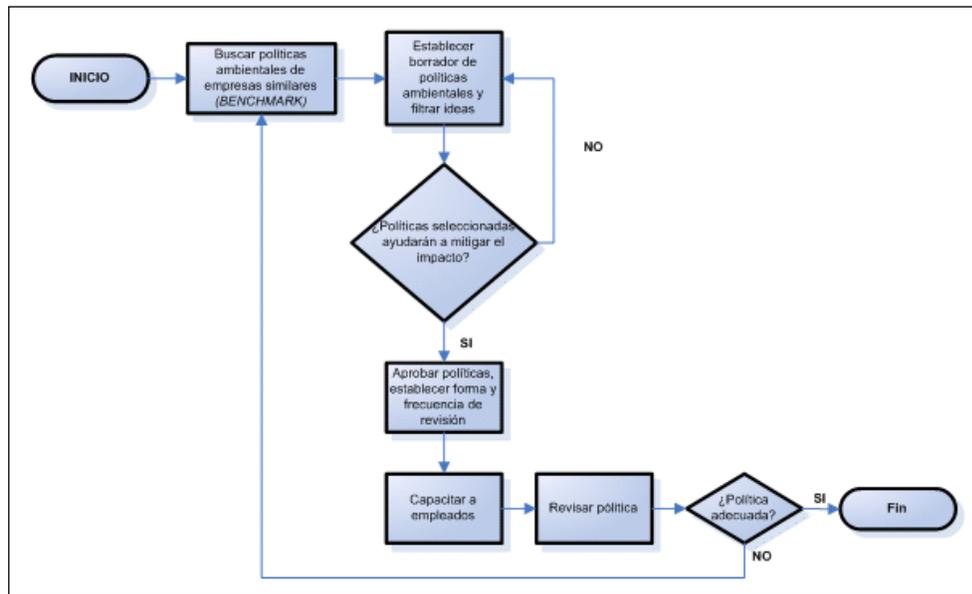
Una política es un plan general de acción que guía a los miembros de una organización en la conducta de su operación, mediante las cuales los empleados se rigen y están obligados a cumplir.

#### **4.3.1. Ambiental**

La alta gerencia debe definir la política ambiental de la organización y garantizar:

- Las políticas aplicadas sean apropiadas a la naturaleza, a escala e impacto ambiental de sus actividades.
- Incluya un compromiso de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación.
- Incluya un compromiso de cumplimiento con la legislación y regulaciones ambientales pertinentes, así como, con diversos requisitos a los cuales la organización se someta.
- Provea el marco para establecer y revisar los objetivos del proyecto implementado y metas ambientales considerando las medidas mitigatorias conforme el avance del proyecto.
- Sea documentada, implementada, mantenida y comunicada a todos los empleados para que estos cumplan las normas establecidas por la alta gerencia.
- La percepción de los vecinos en avances positivos en el ambiente y la salud de los mismos. La figura 23 muestra los pasos del proceso de establecimiento de las políticas aplicadas por la empresa.

Figura 23. Diagrama de flujo de política ambiental



Fuente: elaboración propia.

### 4.3.2. Seguridad ambiental

El enfoque de la compañía en el cuidado del ambiente y seguridad de los empleados ayuda a una mejora continua en la calidad, es decir, al realizar una producción más limpia se genera una cadena donde al mejorar la salud y entorno de los trabajadores, estos son más productivos, haciendo un mejor trabajo, esto a su vez genera más productividad y competitividad para la empresa.

Para ello la compañía considera lo siguiente:

- Hacer de las observaciones ambientales y de seguridad una prioridad en la planeación de negocios y en la toma de decisiones.

- Desarrollar e implementar sistemas de administración ambiental, de seguridad, de salud y de la transportación de sustancias peligrosas en cada unidad, para asegurar el cumplimiento legal y regulatorio.
- Proveer los adecuados recursos humanos y financieros para los programas ambientales, de seguridad, salud y transportación de sustancias peligrosas.
- Implementar los controles y reportes necesarios para monitorear el desempeño.
- Promover un lugar de trabajo saludable a través de programas de higiene laboral.

#### **4.4. Requerimientos legales que regulan la operación contaminante**

En la legislación guatemalteca existen leyes que regulan el funcionamiento de cualquier empresa industrial que tenga operaciones en el territorio nacional en cuanto a contaminación ambiental se refiere. A continuación las más importantes:

##### **4.4.1. Ley de mejora y protección al ambiente**

Esta ley es el Decreto número 68-86 emitida por el Congreso de la República, a continuación los artículos más relacionados con el tema:

Artículo 8. (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93) Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión del Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente del incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5 000,00 a Q100 000,00. En caso de cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado. El negocio será clausurado en tanto no cumpla.

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

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

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

Artículo 13. Para los efectos de la presente ley, el medio ambiente comprende: los sistemas atmosféricos (aire); lúdrico (agua); lítico (roca y minerales); edáfico (suelos); biótico (animales y plantas); elementos audiovisuales y recursos naturales y culturales.

Artículo 17. El Organismo Ejecutivo emitirá los reglamentos correspondientes que sean necesarios, en relación con la emisión de energía en forma de ruido, sonido, microondas, vibraciones, ultrasonido o acciones que perjudiquen la salud física y mental y el bienestar humano, o que cause trastornos al equilibrio ecológico. Se considera actividades susceptibles de degradar el ambiente y la salud, los sonidos o ruidos que sobrepasen los límites permisibles cualesquiera que sean las actividades o causas que los originen.

Artículo 29. Toda acción u omisión que contravenga las disposiciones de la presente ley, efectuando así de manera negativa la cantidad y calidad de los recursos naturales y los elementos que conforman el ambiente, se considerará como infracción y se sancionará de conformidad con los procedimientos de la presente ley, sin perjuicio de los delitos que contempla el Código Penal. Para el caso de delitos, la Comisión los denunciará a los tribunales correspondientes, impulsados por el Ministerio Público, que será parte de estos procesos para obtener la aplicación de las penas.

Artículo 37. Toda persona que se considere afectada por los hechos degradantes al ambiente, podrá acudir a la Comisión Nacional del Medio Ambiente, a efecto que se investiguen tales hechos y se proceda conforme a esta ley.

#### **4.4.2. Reglamento de evaluación y protección al ambiente**

Este reglamento es el acuerdo gubernativo 23-2003, hecho en Guatemala el 27 de enero del año 2003, este reglamento según cita en el artículo 27 clasifica a las industrias de la siguiente manera:

Artículo 27. De las Categorías. Los proyectos, obras, industrias o actividades se clasificarán de forma taxativa en tres diferentes categorías básicas A, B (B1 y B2) y C, tomando como referencia, el Estándar Internacional del Sistema CIIU, Código Internacional Industrial Uniforme de todas las actividades productivas, y considerando todos los factores o condiciones que resulten pertinentes en función de sus características, naturaleza, impactos ambientales potenciales o riesgo ambiental.

La categoría A corresponde a aquellos proyectos, obras industrias o actividades consideradas como las de más alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental de entre todo el listado taxativo.

La categoría B corresponde a aquellos proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como las de moderado impacto ambiental potencial o riesgo ambiental y no corresponden ni a la categoría A ni a la C. Se subdivide en dos subcategorías: la B1, que comprende las que se consideran como de moderado a alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental; y la B2, que comprende las que se consideran como de moderado a bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.

La categoría C corresponde aquellos proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como las de bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental de entre todo el listado taxativo.

Para el caso de los proyectos, obras, industrias o actividades que no aparezcan en el listado taxativo o debieran aparecer en diferente categoría, la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales podrá decidir la categoría a la cual debe pertenecer a partir de criterio técnico.

Se podría entonces clasificar a la procesadora de tabaco según la ley en una clasificación B con subcategoría B2 ya que es una industria cuyas actividades tienen un moderado impacto ambiental pero que dichas actividades comprenden un bajo riesgo ambiental.

Este decreto ley cita que se debe informar a la población sobre el instrumento de evaluación de impacto ambiental, el artículo 33 expresa lo siguiente:

Artículo 33. Información al Público. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el proponente informarán al público que se ha presentado el instrumento de Evaluación de Impacto Ambiental, con el objeto de recibir observaciones o incluso la manifestación de oposición, la cual deberá ser fundamentada. La información al público deberá realizarse mediante edictos y otros medios de comunicación que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales estime convenientes. El público podrá presentar sus observaciones u oposición dentro de los veinte días posteriores al de la publicación.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, mandará al proponente publicar, en un Diario de circulación en toda la República, un edicto que contendrá, como mínimo, la siguiente información correspondiente al proyecto, industria, obra o actividad de que se trate;

- a. Nombre del proponente;
- b. Ubicación donde se desarrollará;
- c. Indicación del tipo, naturaleza y actividad específica de que se trata;

- d. Indicación al público que se otorga un período de 20 días hábiles, a partir de la última publicación en el diario respectivo, para hacer llegar a la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales o las delegaciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales sus observaciones.

El proponente deberá presentar a la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales o las delegaciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en original, la publicación del edicto en el diario de que se trate, la cual se adjuntará al expediente respectivo.

Los más perjudicados por la alteración ambiental producida por el procesado de tabaco son las personas, las cuales según este decreto deben tener una importante participación en las labores de mitigación implantadas por el comité de mitigación de la empresa. La ley cita lo siguiente:

Artículo 49. De la Participación Pública. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales propiciará la participación pública durante todo el proceso de evaluación, control y seguimiento ambiental en las fases de elaboración y evaluación de los instrumentos, así como las fases de operación y funcionamiento del proyecto, obras, industria o cualquier otra actividad.

Artículo 50. Participación Pública. El proponente de los proyectos, obras industrias o actividades, deberá involucrar a la población en la etapa más temprana posible del proyecto, en cualquier instrumento de evaluación ambiental que corresponda y el Diagnóstico Ambiental, de manera que se puedan cumplir los requerimientos formales establecidos para la revisión y análisis.

Así mismo, el proponente deberá consignar todas las actividades realizadas para involucrar y/o consultar a la población durante la elaboración del o los instrumentos de evaluación o diagnóstico ambiental y proponer los mecanismos de comunicación y consulta que deberán desarrollarse durante la etapa de revisión del documento.

Los procesos de participación pública se desarrollarán a partir de lo estipulado en el correspondiente Manual de Procedimientos.

Artículo 51. De la Participación Pública durante el proceso de elaboración de los instrumentos de evaluación ambiental y diagnósticos ambientales. Durante la elaboración de las evaluaciones ambientales y diagnósticos ambientales, el proponente, por medio del consultor que elabore el Instrumento, deberá elaborar y ejecutar un plan de participación pública, considerando los siguientes contenidos:

- a. Forma de incentivar la participación pública durante la elaboración del instrumento;
- b. Forma de participación de la comunidad (entrevistas, encuestas, talleres, asambleas y/o reuniones de trabajo);
- c. Mecanismos de información a los diversos sectores de la población;
- d. Solicitud de información y respuesta a la comunidad y en particular de los grupos ambientalistas y organizaciones similares; y
- e. Forma de resolución de conflictos potenciales.

Artículo 52. Las personas individuales o jurídicas interesadas en presentar sus observaciones u opiniones durante el período de veinte días a que se refiere el Artículo 33 de este Reglamento, deberán presentarlas por escrito.

Artículo 53. De la ponderación de la participación pública. En la resolución que contenga la aprobación o no de la Evaluación o Diagnóstico Ambiental respectivo, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, considerará las observaciones y opiniones que hayan sido presentadas dentro de los veinte días del proceso de información al público, siempre y cuando cuente con un fundamento técnico, científico o jurídico que respalde su opinión u observación.

Para la colocación del director del proyecto (gerente de operaciones) para consultor ante la Dirección General de Gestión Ambiental la ley establece:

Artículo 55. De la Inscripción en el registro de Consultores .Para efectos de inscribirse en el Registro de Consultores las personas naturales interesadas deberán acreditar en una solicitud diseñada por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales para ese efecto, cuando mínimo, lo siguiente:

- a. Poseer un grado académico o un título profesional relacionado con las Ciencias Ambientales, Biológicas, Físicas o Sociales relacionadas o relevantes para los procesos de evaluación, control y seguimiento ambiental;
- b. Haber aprobado estudios de especialización en los temas de evaluación, control, y seguimiento ambiental;
- c. Ser colegiado activo.
- d. Para el caso de las personas jurídicas, es necesario que acrediten:
- e. Su escritura constitutiva y correspondientes inscripciones en los registros de ley.
- f. Que quien se apersona a gestionar en nombre de la persona jurídica, cuente con la calidad suficiente para representarla, según nombramiento debidamente inscrito y registrado conforme a la ley.

- g. El nombre de la persona que estará a cargo de la coordinación de la empresa y de sus trabajos de consultoría relacionada con procesos de evaluación, control, y seguimiento ambiental, quien deberá estar registrado como persona natural en el Registro de Consultores.
- h. Los temas específicos en los cuales pretende concentrar su trabajo de consultoría.
- i. El listado de consultores con los que contará para el desarrollo de sus consultorías en documentos firmados que comprueben el consentimiento de esos consultores, mismos que deberán estar inscritos en el Registro de Consultores como personas naturales.

#### **4.4.3. Código Civil Título II (de la propiedad)**

El código civil cita también:

Título II

De la propiedad

Capítulo I

Disposiciones generales

Contenido del derecho de propiedad

Artículo 464. La propiedad es el derecho de gozar y disponer de los bienes dentro de los límites y con la observancia de las obligaciones que establecen las leyes.

## Abuso del derecho

Artículo 465. El propietario, en ejercicio de su derecho, no puede realizar actos que causen perjuicio a otras personas y especialmente en sus trabajos de explotación industrial, está obligado a abstenerse de todo exceso lesivo a la propiedad del vecino.

## Derecho del perjudicado

Artículo 466. El que sufre o está amenazado con un daño porque otro se exceda o abusa en el ejercicio de su derecho de propiedad, puede exigir que se restituya al estado anterior, o que se adopten las medidas del caso, sin perjuicio de la indemnización por el daño sufrido.

## Expropiación forzosa

Artículo 467. La propiedad puede ser expropiada por razones de utilidad colectiva, beneficio social o interés público, previa indemnización determinada de conformidad con la ley de la materia.

## Defensa de la propiedad

Artículo 468. El propietario tiene derecho de defender su propiedad por los medios legales y de no ser perturbado en ella, si antes no ha sido citado, oído y vencido en juicio.

#### **4.4.4. Reglamento de la Municipalidad capitalina**

El Reglamento de limpieza y saneamiento ambiental para el Municipio de Guatemala establece:

Artículo 1º. El presente reglamento tiene por objeto la protección del medio ambiente, conservación y mejoramiento de la salud del vecindario, encarando la necesidad de eliminar los desechos de producción social en la mejor forma posible.

Artículo 4º. La municipalidad, en el cumplimiento de sus fines deberá:

- a. Controlar y estandarizar el almacenamiento de desechos en casas particulares, industrias, comercio, mercados, parques, plazas, calles, y demás lugares públicos o privados, susceptibles de acumulación de tales desechos;
- b. Controlar y regular las emanaciones de gases contaminantes de la industria y el transporte;
- c. Establecer un sistema de recolección y transporte de desechos sólidos que asegure la cobertura de la ciudad, estableciendo áreas de trabajo y señalando el procedimiento para autorizar a particulares que se dediquen a la recolección y transporte de desechos sólidos;
- d. Optimizar y controlar técnicamente la disposición final de la basura en rellenos sanitarios;
- e. Establecer programas de educación sanitaria para la población;

- f. Coordinar con otras instituciones públicas o privadas, las actividades que permitan mantener la limpieza de la ciudad;

Artículo 6º. El proceso de eliminación de desechos comprende:

- a. Almacenamiento;
- b. Recolección y transporte;
- c. Disposición final y tratamiento sanitario;
- d. Reciclaje.

Artículo 7º. Las industrias, hoteles y demás grandes productores de desechos deberán almacenarlos en depósitos de metal (contenedores). El Departamento de Limpieza calificará y aprobará los sistemas de almacenamiento con que cuenten dichos productores. Quien no cumpla con lo preceptuado en este artículo será sancionado con multa no menos de Q500,00.

Artículo 48.- El sitio autorizado por la Municipalidad de Guatemala para la disposición final de los desechos sólidos en el municipio, es el Relleno Sanitario ubicado al final de la 30 calle, entre las zonas 3 y 7 u otros que designe la municipalidad.

Cualquier otro sitio utilizado para tal fin, como barrancos, predios baldíos, cuencas hidrológicas, etc., además de perjudiciales y atentatorios a la salubridad del medio ambiente, serán considerados como botaderos clandestinos e ilegales y quienes lo utilicen incurrirán en faltas graves al presente Reglamento, al Código de Salud, al Código Penal y otros cuerpos legales, por lo que serán consignados al Juzgado de Asuntos Municipales quien les impondrá una multa de Q25,00 a Q50,00.

Sin perjuicio de que sean puestos a disposición de los tribunales de orden común por responsabilidad de otro orden.

Artículo 50. Queda terminantemente prohibido que las industrias, comercio e instituciones utilicen los barrancos y predios aledaños para el depósito final de sus desechos.



## **5. ESTUDIO ECONÓMICO DE MEDIDAS MITIGATORIAS**

### **5.1. Ruido**

Sensación auditiva inarticulada generalmente desagradable. En el ambiente, se define como todo lo molesto para el oído. Desde ese punto de vista, la más excelsa música puede ser calificada como ruido por aquella persona que en cierto momento desee o no oírla.

#### **5.1.1. Remodelación de techo con láminas termoacústicas**

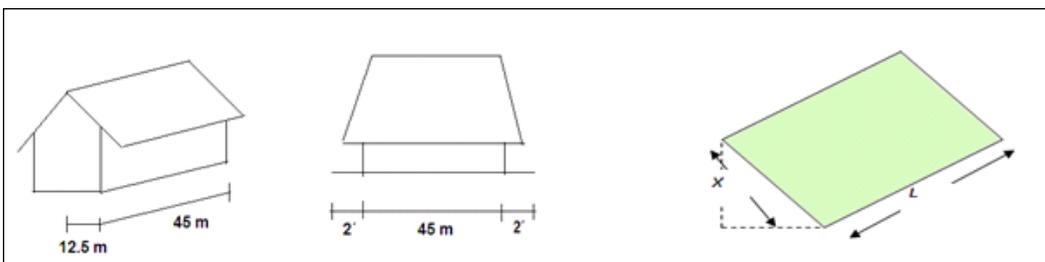
Básicamente, el ruido se localiza en dos lugares, uno es donde se ubica la maquinaria de trillado con todos los vibradores, motores, transportadores y la otra es en la bodega de empaque o secado donde se localiza la prensa Fishburne.

El ruido disminuirá al revestir las bodegas con láminas que puedan absorberlo siendo las láminas más efectivas para la reducción del ruido y calor las láminas termoacústicas las cuales reducen el calor, el ruido y no necesitan de mantenimiento durante 13 años, lo que es de gran utilidad debido a que evitando el deterioro de las láminas del edificio se ahorrará costos por motivos de mantenimiento en un promedio de Q13 500,00/ anuales en motivo de compra de lámina nueva, cintas tapagoteras, mano de obra y pintura anticorrosiva, (datos proporcionados por la empresa).

Se necesita entonces el cálculo de la cantidad de láminas a utilizar y el costo de estas. La reducción del ruido también se debe a un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria (refiérase al punto 6.4) y a la utilización de equipo de protección auditiva.

La figura 24 muestra un croquis de las medidas de los edificios industriales donde se localiza la maquinaria que produce el ruido.

Figura 24. **Vistas del edificio industrial y vista lateral del techo**

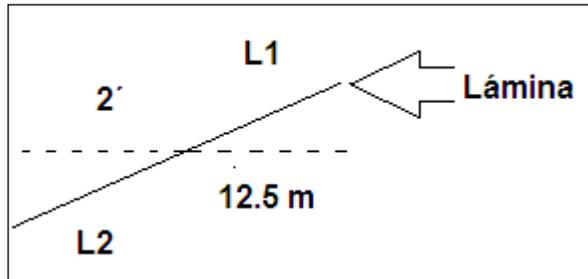


Fuente: elaboración propia.

Para conocer el área total a cubrir se debe calcular el largo del techo, este se encuentra de la siguiente manera:

Debe existir una holgura de dos pies de la pared, tener la medida de la mitad del edificio, el largo se calcula dividiendo esa parte del techo en L1 y en L2 y mediante la fórmula del coseno se calcula el largo total el cual no es más que la suma de L1 y L2. El ángulo formado entre L1 y la horizontal es de 20 °.

Figura 25. **Forma del cálculo de los techos**



Fuente: elaboración propia.

$$L1 = \frac{12,5 \text{ m}}{\cos 20} = 13,3\text{m} \approx 46,63 \text{ pies}$$

$$L2 = \frac{2 \text{ pies}}{\cos 20} = 2,13 \text{ pies}$$

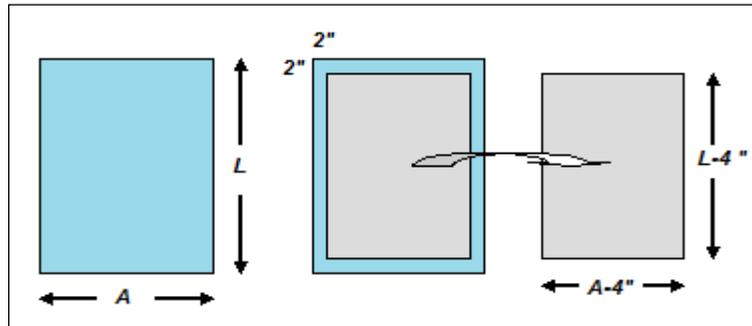
$$\text{Largo total del techo} = 46,63 \text{ pies} + 2,13 \text{ pies} = 48,76 \text{ pies}$$

En la figura 24 se muestra la vista lateral de la bodega a la cual se le han añadido dos pies de ambos lados, el ancho total es la suma de 45 metros y 4 pies equivalente a 151,64 pies. El área total a cubrir no es más que el largo por el ancho multiplicado por dos, debido a que es un techo de dos aguas.

$$\text{Área total} = 2 \times 48,76 \text{ pies} \times 151,64 \text{ pies} = 14\,787,93 \text{ pies}^2$$

Las dimensiones de las láminas termoacústicas que se usarán en el proyecto serán de 12 pies de largo por 32 pulgadas de ancho de calibre 24, para calcular el área de la lámina se restan dos pulgadas de cada lado debido al traslape, tal como lo muestra la siguiente figura:

Figura 26. Dimensiones de lámina termoacústica



Fuente: elaboración propia.

$$\text{Área de lámina} = 11,67 \text{ pies} \times 2,33 \text{ pies} = 27,19 \text{ pies}^2$$

$$\text{No. de láminas} = \frac{\text{Área total}}{\text{Área efectiva lámina}}$$

$$\text{No. de láminas} = \frac{14\,787,93 \text{ pies}^2}{27,19 \text{ pies}^2} = 543,87 \approx 544 \text{ láminas}$$

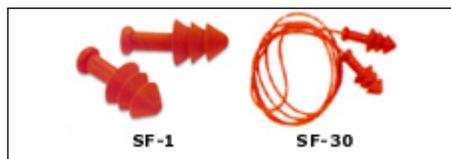
De las 544 láminas el 23% serán láminas transparentes para aprovechar la luz natural, quedando entonces 126 láminas transparentes y 418 láminas termoacústicas, el costo de las láminas transparentes es de Q50,00 y el de las termoacústicas es Q210,00 (valores proporcionados por GALCASA, Galvanizadora Centroamericana, S.A.).

$$\text{Costo de remodelación de láminas} = 126 \times Q50 + 418 \times Q210 = Q94\,080,00$$

La remodelación de las láminas del techo se realizará fuera de la temporada de proceso, es decir, en el período de cosecha de tabaco (siembra, corte y curado) para no interrumpir con la producción en la temporada alta (meses de marzo, abril y mayo). Para que la minimización del ruido exterior sea percibida en la próxima temporada de producción. Los datos del fabricante (GALCASA), muestran que la lámina termoacústica retiene en 30% el ruido, y rechaza en un 95% los rayos del sol, por lo que se reduce el calor en el interior (2 o 3 grados centígrados con el exterior), mejorando el desempeño de los operarios trabajando en un lugar más fresco.

El equipo de protección usado para la protección auditiva de los empleados se detalla en la siguiente figura:

Figura 27. **Equipo de protección auditivo**



Fuente: <http://www.elex.com.gt/sure-fit/auditivos> [consulta: en enero 2009]

Estos tapones ofrecen un diseño de bordes triples que sellan completamente el canal auditivo para proveer una gran protección auditiva. Su diseño especial también permite que los usuarios mantengan una larga comodidad durante todo el día de uso. Por lo que el tapón de caucho es reusable, este se puede lavar para su reutilización, por lo que tiene un tiempo de vida útil de 6 semanas, ahorrando dinero de esta manera. El costo de la caja de 500 tapones es de Q600,00.

Como el tiempo de vida útil es de seis semanas y la caja contiene 500 tapones el costo de la implementación de este equipo de protección es el siguiente:

$$\text{Costo de equipo de protección auditiva} = 600 \frac{Q}{\text{caja}} 4 \text{ cajas} = Q2\,400,00$$

Como la cantidad de cajas a comprar son cuatro (2 000 tapones) y los empleados son 423 y el tiempo de duración son seis semanas se tendría *stock* suficiente para los meses de producción y también existirían unidades si se extravían o pierden por parte de los operarios.

### **5.1.2. Reprogramar la producción**

El ruido producido durante el turno nocturno es la principal causa de quejas por parte de los vecinos que viven a los alrededores de la planta de producción, aproximadamente de las 75 denuncias presentadas al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, un 63% son denuncias provocadas por el ruido nocturno, el sonido a 200 metros de distancia son 80 dB, lo que causa molestias a los vecinos por ser la noche un período ideal para descansar, es por ello, que se reprogramará la producción para que se procese la misma cantidad de tabaco en un solo turno.

Al procesar tabaco en un turno, el tiempo de producción se extiende, ya que para cumplir la demanda de tabaco Burley y DAC se necesita de más días de trabajo, los que se calculan a continuación a partir de los siguientes datos: La capacidad de la planta es de 10 000 kg/hora, las cajas de producto final son empacadas con 200 kg, la producción anual es de 58 000 cajas para tabaco Burley y 29 000 para tabaco DAC.

Tomando las cajas empacadas por año y convirtiendo a kilogramos el resultado es el siguiente:

$$\text{Burley} = 58\,000 \text{ cajas} \times 200 \frac{\text{kg}}{\text{caja}} = 11\,160,000 \text{ kg}$$

$$\text{DAC} = 29\,000 \text{ cajas} \times 200 \frac{\text{kg}}{\text{caja}} = 5\,800\,000 \text{ kg}$$

El total de tabaco producido en kilogramos es 16 960 000 kg. Tomando en cuenta la velocidad de producción de 10 000 kg/hora, el tiempo para procesar esa cantidad de tabaco es:

$$\text{Tiempo de producción} = 16\,960\,000 \text{kg} \times \frac{1 \text{ hora}}{10\,000 \text{kg}} = 1\,696 \text{ horas}$$

Con una jornada diurna de 8 horas, pagando 4 horas extras diarias es decir trabajando 12 horas diarias, los días en los que se cubrirá la demanda de cajas es:

$$\text{Días de producción} = 1\,696 \text{ horas} \times \frac{1 \text{ día}}{12 \text{ horas}} = 141,33 \text{ días}$$

El costo de mano de obra directa con los dos turnos (diurno y nocturno) en el estudio financiero, tabla LIV, y asciende a Q4 522 224,96 (72 días laborados), trabajando 141,33 días con 200 personas del turno diurno el costo de mano de obra es:

Tabla XL. **Sueldos totales recibidos por la mano de obra directa**

| Días trabajados | Sueldo total | Bonificación | Prestaciones  | Total         |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 141,33          | Q2 770 068   | Q235 550     | Q1 084 481,62 | Q4 090 099,62 |

Fuente: elaboración propia.

Nota: las prestaciones se obtuvieron del 39,15% del sueldo total, este porcentaje se obtuvo al sumar los porcentajes correspondientes al Bono 14, Aguinaldo, Indemnización, anualmente ( $1/12 = 8,33 = 24,99$ ), Vacaciones ( $8,33/2 = 4,165$ ) y 4,83 de IGSS y 1% de IRTRA. La Bonificación es la multiplicación de Q250,00 (establecidos por la ley) por 4,711 meses que corresponden a 141,33 días trabajados por 200 personas que laboran en la planta durante la jornada diurna. El salario mínimo de Q56,00/día (Ministerio de Trabajo y Previsión Social).

Al reprogramar la producción se observa que se necesitan 141,33 días para cubrir con la demanda y se presenta la factibilidad de la reprogramación de producción ya que el costo de mano de obra del turno nocturno se elimina reduciendo el costo total, trabajando con un solo turno, cuyo monto asciende a Q4 090 099,62.

Mientras que con dos turnos (tabla LIV) el costo es Q4 522 224,96 reduciendo Q432 125,34 lo que representan una disminución del 9,56% del costo total de la mano de obra. Esto se simplifica en la siguiente tabla:

Tabla XLI. **Comparación de costos de las opciones de producción**

| Opciones para producción | Mano de obra directa | Tiempo para cubrir demanda (16 960 000 kg) | Costo de mano de obra | Diferencia de costos opción 1 y opción 2 | Diferencia porcentual |
|--------------------------|----------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|
| Dos turnos               | 363                  | 72 días                                    | Q4 522 224,9          | Q432 125,3                               | 9,56%                 |
| Un turno                 | 200                  | 141,33 días                                | Q4 090 099,6          |  |                       |

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Calidad del aire

La calidad del aire trata de la composición del aire y de la idoneidad de éste para determinadas aplicaciones, la calidad del aire está determinada por su composición, la presencia o ausencia de varias sustancias y sus concentraciones, son los principales factores determinantes de la calidad del aire.

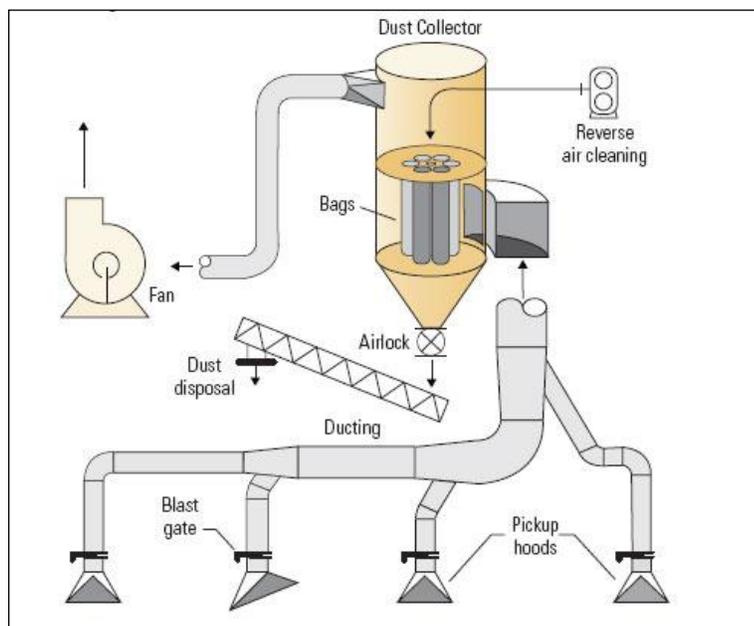
### 5.2.1. Colector de polvo

Debido a la acumulación de partículas pequeñas en el ambiente, las cuales ponen en alto riesgo la salud de los trabajadores y vecinos de la planta es de vital importancia la colocación de un colector de polvo, el cual como su nombre lo dice colecta el polvo de tabaco proveniente de la maquinaria y limpia el aire de toda partícula contaminante.

El principio de funcionamiento de un colector de polvo es el siguiente, el colector es una caja con mangas de tela en la parte de adentro, este posee una entrada y una salida.

En la salida del colector existe un ventilador que aspira el aire viciado que entra al colector, este aire es forzado a pasar por las mangas de tela, las cuales atrapan todas las partículas dañinas de tabaco y polvo proveniente de la maquinaria, a la salida del ventilador el aire sale completamente limpio.

Figura 28. **Principio de funcionamiento de un colector de polvo**



Fuente: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/6/67/Dust\\_collector.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/6/67/Dust_collector.jpg) [consulta: en enero 2009].

Se tiene la opción de compra de tres colectores de polvo proporcionado por distintos proveedores, se prestarán Q300 000,00 a un banco del sistema para financiar la compra del colector a un 5% anual durante 5 años. La tabla XLII muestra las características de los colectores.

Tabla XLII. **Opciones de colectores de polvo**

|                              | Colector A     | Colector B  | Colector C       |
|------------------------------|----------------|-------------|------------------|
| Marca                        | Ingersoll Rand | AMF Dust    | Baldor Dust Inc. |
| Precio                       | Q350 000,00    | Q425 000,00 | Q275 000,00      |
| Vida útil                    | 5 años         | 5 años      | 5 años           |
| Valor de rescate             | Q75 000,00     | Q66 000,00  | Q72 000,00       |
| Costo de mantenimiento anual | Q34 000,00     | Q36 000,00  | Q39 000,00       |

Fuente: elaboración propia.

Las especificaciones técnicas para cada uno de los colectores son las siguientes:

Tabla XLIII. **Especificaciones de colectores de polvo**

|   | Opción A       | Opción B   | Opción C         |
|---|----------------|------------|------------------|
| Características                         | Ingersoll Rand | AMF Dust   | Baldor Dust, Inc |
| Capacidad de polvo (pies <sup>3</sup> ) | 4,75           | 5          | 4,5              |
| Motor (hp)                              | No incluye     | 15 Hp      | 10 HP            |
| Peso neto (kg)                          | 1 623          | 1 600      | 1 500            |
| Garantía (años)                         | 2,5            | 3          | 2,5              |
| Mangas colectoras                       | 25             | 36         | 28               |
| Largo (m)                               | 6              | 8,5        | 5,6              |
| Ancho (m)                               | 5              | 6,5        | 5                |
| Ventilador                              | No incluye     | Si incluye | Si incluye       |
| Repuestos en Guatemala                  | Si             | Si         | Si               |
| Existencias en Guatemala                | Si             | No         | Si               |
| Limpieza del aire (eficiencia)          | 97,99%         | 97,99%     | 97,99%           |
| País de origen                          | U.S.A          | Alemania   | Alemania         |

Fuente: elaboración propia.

Para escoger la opción más factible se usa la ecuación del valor presente neto:

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

$$VPN = P \text{ ingresos} - P \text{ egresos}$$

Donde P egresos = inversión inicial + costo mantenimiento pasado al presente

La única fuente de ingresos del colector será el valor de rescate ya que no genera renta durante su operación, a continuación los cálculos para cada una de las opciones.

Opción A:

$$P \text{ ingresos} = 75\,000 \times \left[ \frac{(1 + 0,05)^5 - 1}{0,05(1 + 0,05)^5} \right] = Q324\,710,75$$

$$P \text{ egresos} = 34\,000 \times \left[ \frac{(1 + 0,05)^5 - 1}{0,05(1 + 0,05)^5} \right] = Q147\,202,21$$

$$\text{VPN opción A} = 324\,710,75 - (147\,202,21 + 350\,000) = - Q172\,491,46$$

Opción B:

$$P \text{ ingresos} = 66\,000 \times \left[ \frac{(1 + 0,05)^5 - 1}{0,05(1 + 0,05)^5} \right] = Q28\,745,46$$

$$P \text{ egresos} = 36\,000 \times \left[ \frac{(1 + 0,05)^5 - 1}{0,05(1 + 0,05)^5} \right] = Q155\,861,16$$

$$\text{VPN opción B} = 28\,745,46 - (155\,861,16 + 425\,000) = - Q295\,115,60$$

Opción C:

$$P \text{ ingresos} = 72\,000 \times \left[ \frac{(1 + 0,05)^5 - 1}{0,05(1 + 0,05)^5} \right] = Q311\,722,32$$

$$P \text{ egresos} = 39\,000 \times \left[ \frac{(1 + 0,05)^5 - 1}{0,05(1 + 0,05)^5} \right] = Q168\,849,59$$

$$\text{VPN opción C} = 311\,722,32 - (168\,849,59 + 275\,000) = - Q132\,127,27$$

De los resultados anteriores el colector de polvo más conveniente es la opción C (Baldor Dust, Inc.) ya que tiene el mayor VPN (Valor más cercano a cero por ser negativo), los tres colectores cumplen con una eficiencia del 97,99% lo que limpia el aire casi en su totalidad y el *stock* de repuestos en Guatemala es amplio (el único colector que no hay existencia es el de la opción B, habría que importarlo), sin embargo, el estudio del VPN enfatiza la compra más viable, la del Colector de la marca Baldor Dust, Inc, de origen alemán.

### **5.2.2. Dotación de equipo de protección personal**

Se proporcionará a los trabajadores equipo de protección personal para protegerse de:

- Polvo de tabaco existente en el ambiente
- Ruido producido por maquinaria industrial

El equipo de protección que se dará a los empleados para prevenir enfermedades respiratorias y visuales se proporcionará de forma semanal y será de uso obligatorio para todo el personal que esté involucrado en el proceso o todo aquel que entre a la planta de producción.

El encargado de suplir de equipo de seguridad será el supervisor de producción y el encargado de seguridad industrial velará por el estricto uso durante todo el día del equipo. El incumplimiento del uso de equipo de protección personal se tomará como negligencia siendo este una falta al reglamento de la institución.

Se repartirán mascarillas de la marca 3M (aprobada por la norma NIOSH TC-84-0007, norma internacional que certifica la calidad y funcionamiento de las mascarillas), debido a la calidad y costo en el mercado, las características de estas mascarillas son:

- Fabricado con un medio filtrante electrostático avanzado
- Liviana construcción que provee al usuario un mejor *confort*
- Clip de aluminio con un sello interno de esponja
- Bandas elásticas soldadas
- Preformado para mayor comodidad y mejor resistencia a las deformaciones.

El costo de estas mascarillas es de Q170,00 la caja de 20 unidades, tomando en cuenta que el proceso durará 141,33 días y que la semana está compuesta por 6 días laborales, se utilizarían 23,55 semanas, aproximadamente 24 semanas en las cuales se repartirían mascarillas nuevas.

Si todo el personal está obligado a usar estas mascarillas cuando se vea expuesto a riesgo sin importar jerarquía de puestos, las personas que tendrían que usarlas asciende a 423, que es el total del personal de la planta.

El total de cajas a utilizar es:

$$\text{Cajas a utilizar} = \frac{423 \text{ personas}}{20 \text{ mascarilla/caja}} = 21,15 \approx 22 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}}$$

El costo de las mascarillas es:

$$\text{Costo} = Q170 \times 22 \frac{\text{cajas}}{\text{semana}} \times 24 \text{ semanas} = Q89\ 760,00$$

Nota: las 24 semanas son el equivalente al tiempo que dura el proceso aproximadamente 144,33 días.

Para la protección visual se utilizarán gafas de la marca AOSAFETY los cuales cumplen con los estándares ANSI Z87.1 ( norma internacional de calidad y seguridad de USA), clasificado como alto impacto, que tienen las siguientes características:

- Elaborado de policarbonato, resiste los impactos y protege en un 99,99% de los rayos ultravioleta (UV).
- Puente nasal universal que se ajusta a la mayoría de personas y previene el resbalamiento.
- Patas flexibles y contorneadas para un ajuste cómodo y confortable.
- Diseño bastante liviano y peso inferior a una onza.
- Listo, con una curva base de 9,5 milímetros para protección superior y campo de visión sin obstáculos.
- Su dura cubierta lo protege de rayones, estática y químicos.

El costo de estas gafas es de Q35,00 la unidad, se darán únicamente dos veces a cada persona durante el tiempo que dura el proceso.

El total de gafas a utilizar es:  $423 \times 2 = 846$  gafas

El costo de las gafas es:

$$\text{Costo} = Q35 \times 846 \text{ gafas} = Q29\,610,00$$

Figura 29. **Detalles de gafas y mascarillas a utilizar**



Fuente: <http://www.elexgt.com/15402> [consulta: en febrero 2009].

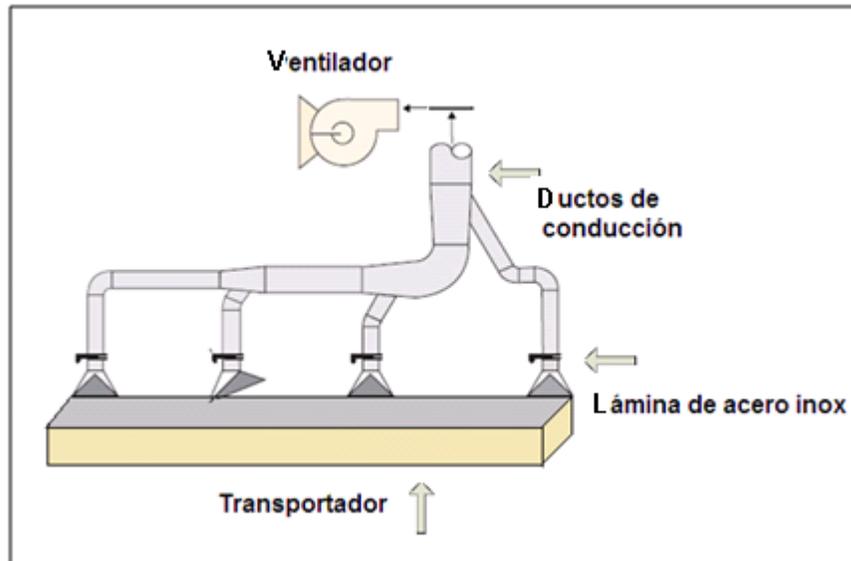
### **5.2.3. Revestimiento de transportadores con guardas**

A la salida de los cilindros de acondicionamiento el tabaco húmedo y caliente provoca la emanación de vapores, los cuales son sumamente peligrosos y altamente dañinos para la salud.

Si los transportadores son revestidos con guardas hechas de láminas de acero inoxidable y soldadas a estos, el vapor no saldría al exterior y reduciría en gran parte el riesgo provocado por los gases tóxicos emanados del tabaco.

Al tapar los transportadores los gases se acumularían y se tendrían que sacar, por lo que se tendría que contar con un ducto de conducción, el cual los transporta hacia el exterior, lo que incorporaría al diseño un ventilador que se encargue de halar los gases y lanzarlos al ambiente, la siguiente figura muestra el diseño del sistema.

Figura 30. **Diseño del sistema de extracción de vapores**



Fuente: elaboración propia.

La tabla XLIV muestra el costo total del proyecto.

Tabla XLIV. **Costo total del sistema de extracción**

| Descripción                 | Cantidad  | Costo Unitario | Costo total |
|-----------------------------|-----------|----------------|-------------|
| Motoreductores              | 2         | Q5 700,00      | Q11 400,00  |
| Ventiladores con carcasa    | 2         | Q1 500,00      | Q3 000,00   |
| Lámina acero inox           | 12        | Q980,00        | Q11 760,00  |
| Lámina de aluminio (ductos) | 40        | Q75,00         | Q3 000,00   |
| Electrodo                   | 45 libras | Q13,00/libra   | Q585,00     |
|                             |           | Total          | Q29 745,00  |

Fuente: elaboración propia.

### **5.3. Desechos**

Es todo material considerado como basura y que se necesita eliminar. El desecho es un producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado.

#### **5.3.1. Reciclaje**

A manera de colaborar con el ambiente, todos los desechos como papeles, cartones, plásticos y vidrio serán recolectados semanalmente. Estos materiales serán recolectados en recipientes identificados y colocados estratégicamente en la planta de producción.

Se llevarán a cabo capacitaciones para concientizar al personal de la responsabilidad que conlleva reciclar y depositar los distintos materiales en los recipientes respectivos.

Los recipientes que se colocarán en la planta serán de tres tipos, un recipiente destinado para cartón y cualquier tipo de papel, otro recipiente será exclusivamente para vidrio y el tercero se utilizará para depositar todo tipo de plásticos. Lo acumulado semanalmente será vendido a distintas recicladoras del país a manera de generar ingresos y ayudar a la vez a mejorar el ambiente. Los costos del proyecto son:

Tabla XLV. **Costos de colocación de recipientes para clasificar desechos**

| Recipientes | Cantidad | Costo unitario | Costo total |
|-------------|----------|----------------|-------------|
| Papel       | 100      | Q57,00         | Q5 700,00   |
| Vidrio      | 70       | Q57,00         | Q3 990,00   |
| Plástico    | 70       | Q57,00         | Q3 990,00   |
| Total       |          |                | Q13 680,00  |

Fuente: elaboración propia.

Se invertirá Q12 000,00 para capacitación del personal respecto al reciclaje entregando trifoliales y dando pláticas al respecto, el costo total del proyecto es:

$$\text{Costo} = \text{Q12 000,00} + \text{Q13 680,00} = \text{Q25 680,00}$$

### 5.3.2. Material para compostaje

El compostaje o *composting* es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener *compost*, abono excelente para la agricultura.

Como se mencionó anteriormente el polvo de tabaco puede utilizarse como un perfecto abono y plaguicida, el cual protege y nutre a la vez a cualquier planta. Para realizar *compost* del tabaco, se necesitan hojas secas y ramas (provenientes de los jardines de la planta), tierra y polvo de tabaco.

Se deben triturar todos los materiales y luego mezclarlos y formar una sola masa, esta debe mantenerse entre 40 y 60% de humedad, esta mezcla debe conservarse en una bodega alrededor de 3 a 4 semanas, luego de esto el *compost* está listo para utilizarse en las plantas.

Una persona será la encargada de velar por el cuidado del *compost* y hacer la mezcla necesaria, de la producción total se estima que el 6% se convierte en polvo de tabaco aproximadamente 5 220 kilos.

La bodega de almacenaje estaría dotada con ventilación natural y con una superficie aproximadamente 60 m<sup>2</sup>, y se utilizaría solamente durante los tres meses del proceso. La siguiente tabla detalla el costo del proyecto.

Tabla XLVI. **Costos de tierra y maquinaria para realizar el compostaje**

| Detalle     | Cantidad | Precio unitario | Precio total |
|-------------|----------|-----------------|--------------|
| Trituradora | 1        | Q10 000,00      | Q10 000,00   |
| Tierra      | 4 000 lb | Q3,5/libra      | Q14 000,00   |
|             |          | Total           | Q24 000,00   |

Fuente: elaboración propia.

El costo de mano de obra es:

Mano de obra = (Q56/día x 30 días x 3 meses) + (Q250 x 3 meses) =  
Q5 790,00

Costo total mano de obra = Q7 005,6 + 750 = Q7 755,6

Nota: el trabajador será temporal ya que se producirá *compost* solo cuando el proceso este activo, los Q7 005,6 son el resultado de multiplicar el sueldo mínimo por 1,39 donde el 39% se obtuvo al sumar los porcentajes correspondientes al Bono 14, Aguinaldo, Indemnización, anualmente ( $1/12 = 8,33 = 24,99$ ), Vacaciones ( $8,33/2 = 4,165$ ) y 4,83 de IGSS y 1% de IRTRA.

El costo total de realizar *compost* es la suma de la mano de obra y los costos de los materiales que se utilizarán para este.

$$\text{Costo total} = \text{Q7 755,6} + \text{Q24 000} = \text{Q31 755,6}$$

### **5.3.3. Uso del desecho de tabaco para combustible de caldera**

La vena que no forma parte del producto final y que se desecha, es una opción para combustible de caldera, debido a su tamaño y a su rapidez de combustión, esta alternativa es usada por la empresa hermana ubicada en México.

Esta alternativa minimizaría el costo de compra de combustible, actualmente se consumen 950 galones de *bunker* a la semana, es decir 11 400 galones durante todo el proceso de producción si el costo de un galón de *bunker* es de Q23,75 lo que representa un costo total de Q270 750,00. Se sabe mediante estudios de Tabacalera Mexicana S.A de C.V que al usar la vena de tabaco como combustible se ahorra el 20,23% por galón es decir que la combustión en la caldera se dará por 79,77% de *bunker* y por 30,23 % de vena de tabaco.

La vena se almacena en bolsas *Jumbo bag* hechas de polipropileno, de aproximadamente 800 kilos, el costo de estas es de Q250,00. Luego de coleccionar la vena en las bolsas una persona seria la encargada de echar la vena a los quemadores de la caldera. El costo del proyecto es:

Costo de bolsas = 3 bolsas x Q250,00 = Q750,00

Mano de obra = (Q56/día x 30 días x 3 meses) + (Q250 x 3 meses) =  
Q5 790,00

Costo total mano de obra = Q7 005,6 + 750 = Q7 755,6

Costo del proyecto = Q7 755,6 + Q750,00 = Q8 505,60

Figura 31. **Bolsas *Jumbo bag***



Fuente: [http://img.diytrade.com/6/8715704/0/1239948271/Jumbo\\_bag.jpg](http://img.diytrade.com/6/8715704/0/1239948271/Jumbo_bag.jpg) [consulta: febrero 2009].

#### **5.4. Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria**

Los servicios de mantenimiento preventivo de la totalidad de la maquinaria que componen la planta serán realizados por los mecánicos durante los días domingos, día en el cual la maquinaria se detiene. Actualmente, en la planta no hay una política de mantenimiento preventivo, sino se realiza un mantenimiento correctivo, es decir, ya cuando la maquinaria falla por completo se realiza el mantenimiento, es por ello, que el programa será semanal, donde cada trabajo asignado a cada mecánico, será supervisado por el gerente de mantenimiento cerciorándose la efectividad del mismo.

La manera en que se realizará el programa será mediante la utilización de un registro el cual tendrán que llenar los mecánicos cada vez que trabajen con la maquinaria, este consta de, nombre del equipo al cual se le practicó el mantenimiento, las distintas operaciones que se le realizaron, la fecha y el nombre del mecánico y nombre de la persona que da el visto bueno (gerente de mantenimiento). La figura 32 muestra la apariencia que tendrá el registro.

Figura 32. **Registro de mantenimiento preventivo**

| Empresa, S.A  | Lista de operaciones                    | Fecha      |
|---|---|------------|
| Equipo: Caldera   |   | Página 1/1 |
| Aprobado por:   |   |            |
| Trabajo a realizar  |   |            |
| Inspeccionar el estado de aislamiento térmico<br><br>Limpieza exterior de equipos<br><br>Limpiar chimeneas y conductos de humo<br><br>Comprobación haces tubulares de calderas, refractarios juntas<br><b>Revisión: Semanal</b> |   |            |
| Número de operación<br>300<br><b>Revisión: Semanal</b>  | Trabajo a realizar<br>Repaso de pintura |            |

Fuente: elaboración propia.

Será de uso obligatorio el llenado del registro por todo el personal asignado a la maquinaria, este no tendrá validez sin el visto bueno del gerente de mantenimiento, el cual archivará los registros para llevar una bitácora de estos.

Se espera que con esto disminuya el ruido provocado por la maquinaria debido a tornillos flojos, suciedad en filtros de aire o cualquier problema que incida en la creación de ruidos perturbadores.

El mantenimiento correctivo se da solamente por tres casos uno es cuando el equipo tenga una avería, otra por una falla grave y la última el resultado de inspección programada. Si es por las dos primeras razones se realiza un mantenimiento correctivo, por avería si fuese por la última se realiza un mantenimiento, el resultado final de este es un equipo en buen estado, tal y como lo muestra la siguiente figura:

Figura 33. **Mantenimiento correctivo**



Fuente: elaboración propia.

Para ambos casos se necesitará de personal extra para cubrir los mantenimientos preventivos semanales ya que los mecánicos que laboran durante la semana estarían gozando de su descanso, por lo que se tiene contemplado la contratación de siete mecánicos industriales con experiencia para cubrir los mantenimientos.

Los cuales se llevarán los días domingos, siendo un total de 12 días dedicados a mantenimiento ya que son tres meses los de producción, se pagarán horas dobles debido a que el domingo es un día inusual para trabajar. El costo de mano de obra se calcula a continuación:

Costo de mano de obra =  $56 \frac{Q}{día} \times \frac{día}{8 \text{ horas}} = Q7,00/\text{hora}$ , por ser doble la hora se paga a Q14,00/hora.

$$\text{Costo} = 14 \frac{Q}{\text{hora}} \times 12 \text{ días} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 6 \text{ personas} = Q8\ 064,00$$

La bonificación de ley es =  $Q250 \times 3 \text{ meses} \times 6 \text{ personas} = Q4\ 500,00$

Las prestaciones son el 39,15% del sueldo, debido a la suma de los porcentajes correspondientes al Bono 14, Aguinaldo, Indemnización, anualmente ( $1/12 = 8,33 = 24,99$ ), Vacaciones ( $8,33/2 = 4,165$ ) y 4,83 de IGSS y 1% de IRTRA.

Costo mano de obra =  $Q8\ 064 + Q4\ 500 + 3\ 157,06 = Q15\ 721,06$

El costo de insumos es el siguiente:

Tabla XLVII. **Costos de insumos para mantenimiento**

| Cantidad | Descripción                       | Costo unitario | Costo total |
|----------|-----------------------------------|----------------|-------------|
| 75       | Libras de grasa                   | Q53,25         | Q3 993,75   |
| 60       | Galones de aceite                 | Q63,50         | Q3 810,00   |
| 205      | Libras de <i>wipe</i>             | Q2,50          | Q512,50     |
| 150      | Pliegos de lija                   | Q2,50          | Q375,00     |
| 50       | Galones de barniz para embobinado | Q35,00         | Q1 750,00   |
| 125      | Chumaceras                        | Q126,00        | Q15 750,00  |
| 200      | Cojinetes                         | Q75,00         | Q15 000,00  |
| 500      | Conectores eléctricos             | Q0,25          | Q125,00     |
| 30       | Guantes de mecánico               | Q12,00         | Q360,00     |
| 5        | <i>Tester</i>                     | Q150,00        | Q750,00     |
| 20000    | Tornillos                         | Q0,50          | Q10 000,00  |
| 20000    | Arandelas                         | Q0,25          | Q5 000,00   |
| 20000    | Tuercas                           | Q0,65          | Q13 000,00  |
| 150      | Galones de líquido lubricante     | Q28,00         | Q4 200,00   |
| 50       | Galones de <i>Thiner</i>          | Q18,00         | Q900,00     |
|          |                                   | Total          | Q75 526,25  |

Fuente: elaboración propia.

El costo total del mantenimiento es: Q15 721,06 + Q75 526,25 = Q91 247,31

## 5.5. Costos totales

El costo total de las medidas mitigatorias para reducir el impacto en el ambiente y en las personas se detalla en la siguiente tabla.

Tabla XLVIII. **Costos totales del proyecto**

| Medida de mitigación                 | Costo       |
|--------------------------------------|-------------|
| Láminas termoacústicas               | Q94 080,00  |
| Protección auditiva                  | Q2 400,00   |
| Colector de polvo                    | Q275 000,00 |
| Dotación de equipo de protección     | Q119 370,00 |
| Revestimiento de transportadores     | Q29 745,00  |
| Reciclaje                            | Q25 680,00  |
| Material para compostar              | Q31 755,60  |
| Material para combustible de caldera | Q8 505,60   |
| Mantenimiento                        | Q91 247,31  |
| Total                                | Q677 783,51 |

Fuente: elaboración propia.

Nota: el costo de la mano de obra de la reprogramación de la producción no se coloca ya que es un monto que se debe solventar año con año por ser un costo variable, que al reprogramar la producción reduce por lo que representa un ahorro y no un costo extra como las otras propuestas.

La implementación de las medidas de mitigación traerá beneficios como los que a continuación se presentan:

La separación de los desechos y la venta para el reciclaje genera el siguiente rubro, la empresa durante el proceso de producción, desecha aproximadamente dos toneladas de papel (cajas de empaque en mal estado, papel de oficina, etiquetas rotas), y 3,5 toneladas de vidrio y plástico (latas, espejos rotos, botellas *pet*, bolsas de galguerías). Los datos fueron proporcionados por la empresa que recoge los desechos en la planta de proceso.

El mercado cotiza la compra de papel para reciclar a Q27,50/quintal de papel y a Q29,25/quintal de plástico o vidrio por lo que el monto de la venta del desperdicio es:

$$\text{Papel} = \frac{22 \text{ quintales}}{1 \text{ tonelada}} * \frac{Q17,50}{\text{quintal}} * 2 \text{ toneladas} = Q1\ 210,00$$

$$\text{Vidrio y plástico} = \frac{22 \text{ quintales}}{1 \text{ tonelada}} * \frac{Q19,25}{\text{quintal}} * 3,5 \text{ toneladas} = Q\ 2\ 252,25$$

$$\text{Ingresos totales al reciclaje} = Q1\ 210,00 + Q2\ 252,25 = Q3\ 462,25$$

El ingreso debido a la venta del *compost* es:

El total de kilos producidos de *compost* es 7 034 kg (5 220 kilos de polvo de tabaco que se recoge y 1 814 kg de tierra, refiérase al punto 6.3.2) el costo total de la producción del *compost* es Q31 755,6, el kilogramo tiene el siguiente valor: Q31 755,6/7 034 kg = Q4,51/kilogramo, si se desea un margen de ganancia del 60% el precio de venta es:

$$\text{Precio de venta} = Q4,51/\text{kg} + 60\% \text{ ganancia} = Q7,22/\text{kg}$$

$$\text{Ingreso de } \textit{compost} = Q7,22/\text{kg} \times 7\ 034 \text{ kg} = Q50\ 808,00$$

El ahorro en la cantidad de combustible debido a la utilización de desechos de tabaco como combustible es:

De los 11 400 galones usados durante el proceso de producción (dato proporcionado por la empresa), se tendrá un ahorro del 20,23 % debido a la combustión de tabaco como fuente de energía (estudio realizado por Tabacalera Mexicana, S.A de C.V) es decir que ese porcentaje será ahorrado por cada galón, el precio por galón es de Q18,75/galón.

Galones ahorrados =  $11\ 400\ gal \times 20,23\% = 2\ 306,22\ galones$

Ahorro en combustible =  $2\ 306,22\ galones \times Q23,75/galón = Q54\ 772,73$

El ahorro de mano de obra directa debido a la reprogramación de la producción es de Q432 125,34 lo que representa un 9,6% de ahorro en comparación con lo anterior (refiérase al punto 6.1.2).

Las quejas de los vecinos reducirán al controlar el polvo de tabaco mediante el colector de polvo, el techado de las bodegas reducirá el ruido disminuyendo las molestias en el día y la reprogramación de la producción hará posible la eliminación del turno nocturno por consiguiente la eliminación del ruido nocturno causante del mayor porcentaje del descontento de los vecinos, haciendo que la compañía no desembolse dinero por motivos de daños a techos, limpieza en las afueras, pago a médicos por atención proporcionada a vecinos afectados por contaminación (ambiental, sonora), ahorrando Q11 700,00 (promedio).

El costo de la empresa por motivos de mantenimiento a los techos de las bodegas es en promedio Q13 500,00/anales (compra de cinta tapagoteras, pintura anticorrosiva, láminas nuevas y mano de obra) se reducirá ya que las láminas termoacústicas no necesitan mantenimiento sino hasta los 13 años (datos del fabricante) de la instalación de las mismas, por lo que el ahorro será:

$$\text{Ahorro} = \text{Q13 500,00/anales} \times 13 \text{ años} = \text{Q175 500,00} \approx \text{Q13 461,54/anoal}$$

Las investigaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), muestran que el uso de equipo de protección personal de manera adecuada y constante disminuye el costo médico en un 65%. Con el uso de EPP (orejeras, gafas y mascarillas) las personas reducirían entonces el costo médico de la clínica como se muestra a continuación:

$$\text{Costo de clínica} = \text{Q46 080/anales} \times 65\% = \text{Q29 952/anales}$$

$$\text{Ahorro} = \text{Q46, 080/anales} - \text{Q29, 952/anales} = \text{Q16, 128/anales}$$

Si las medidas se implementan lo operarios trabajarán de una manera más eficiente y se puede evitar que el Ministerio de Ambiente multe a la empresa por montos excesivos por contaminar el ambiente y evitar así multas como la que hoy en día se posee por el monto de Q325 750,00.

El tiempo perdido por causas mecánicas es de 1,5% del total del tiempo disponible, el costo del minuto perdido es de Q648,11/minuto. El tiempo disponible son 76 días expresados en minutos estos representan 109 440 minutos de los cuales el 1,5% es 1 641,6 minutos el costo por tiempo perdido atribuido a causas mecánicas es entonces:

Costo por minuto perdido = 1 641,6 x Q648,11/minuto = Q1 063 937,38

Con el mantenimiento adecuado se pretende reducir ese porcentaje a 1,1% (Estudio de Tabacalera Mexicana, S.A de C.V, mediante estudio de eficiencia de motores con y sin mantenimiento el resultado es el que se muestra en la tabla XLIX).

Tabacalera Mexicana hizo funcionar varios motores de distintos caballajes durante un período de un mes (720 horas) con la diferencia de que el primer mes estos no contaban con mantenimiento mientras que durante el siguiente mes se les realizó un mantenimiento que incluye cambios de cojinetes, corregimiento de eje, rebobinado, etcétera. Los resultados son los siguientes:

Tabla XLIX. **Comparación de horas trabajadas con y sin mantenimiento de motores trifásicos de diversos caballajes**

| Motores sin mantenimiento |                            |                        | Motores con mantenimiento |                            |                        |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| Caballaje (HP)            | Horas trabajadas por motor | Tiempo perdido (horas) | Caballaje (HP)            | Horas trabajadas por motor | Tiempo perdido (horas) |
| 5                         | 720                        | 13,30                  | 5                         | 720                        | 8,53                   |
| 15                        | 720                        | 9,40                   | 15                        | 720                        | 7,20                   |
| 25                        | 720                        | 9,90                   | 25                        | 720                        | 7,00                   |
| 50                        | 720                        | 13,20                  | 50                        | 720                        | 7,90                   |
| 75                        | 720                        | 9,50                   | 75                        | 720                        | 8,60                   |
| 100                       | 720                        | 12,30                  | 100                       | 720                        | 9,40                   |
| 125                       | 720                        | 8,50                   | 125                       | 720                        | 6,80                   |
| Total                     | 5040                       | 76,10                  | Total                     | 5 040                      | 55,43                  |
| Diferencia porcentual     |                            | 1,51%                  | Diferencia porcentual     |                            | 1,10%                  |

Fuente: elaboración propia.

Se demuestra que el funcionamiento de los motores con mantenimiento adecuado reduce en un 0,4% las horas pérdidas de trabajo lo que en otras palabras significa dinero, el costo perdido con mantenimiento se reduce siendo este el siguiente, el tiempo total disponible es 109 440 minutos y el 1,1% de este es 1 203,84 minutos (es 1,1% ya que el estudio demuestra una reducción de un 0,4% realizando mantenimiento a los motores).

Costo con mantenimiento = 1 203,84 x Q648,11/minuto = Q780 220,74

El ahorro es la cantidad monetaria del costo del tiempo perdido de causas mecánicas (1,5% de motores sin mantenimiento) menos el tiempo perdido de causas mecánicas con mantenimiento es decir 1,1% del tiempo disponible.

$$\text{Ahorro} = \text{Q1 063 937,38} - \text{Q780 220,74} = \text{Q283 716,64}$$

Tabla L. **Beneficios y ahorros del proyecto**

| Beneficios                   | Monto       |
|------------------------------|-------------|
| Reciclaje                    | Q3 462,25   |
| <i>Compost</i>               | Q50 808,00  |
| Tabaco como combustible      | Q54 772,73  |
| Reprogramar producción       | Q432 125,34 |
| Quejas de vecinos            | Q11 700,00  |
| Mantenimiento de techos      | Q13 461,54  |
| Costo de atención en clínica | Q16 128,00  |
| Ahorro en tiempo perdido     | Q283 716,64 |
| Total                        | Q866 174,50 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Costos desglosados del proyecto**

| Inversión inicial                | Monto       | Anualidades                          | Monto       |
|----------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------|
| Láminas termoacústicas           | Q94 080,00  | Protección auditiva                  | Q2 400,00   |
| Revestimiento de transportadores | Q29 745,00  | Dotación de equipo de protección     | Q119 370,00 |
| Colector de polvo                | Q275 000,00 | Reciclaje                            | Q25 680,00  |
| Total                            | Q398 825,00 | Material para compostar              | Q31 755,60  |
|                                  |             | Material para combustible de caldera | Q8 505,60   |
|                                  |             | Mantenimiento                        | Q91 247,31  |
|                                  |             | Total                                | Q278 958,51 |

Fuente: elaboración propia

## 6. ESTUDIO FINANCIERO

### 6.1. Estimación de ingresos y egresos

El único ingreso de la planta lo recibe de la venta de cajas con tabaco procesado el cual se exporta a países como Alemania, Japón, Portugal, Honduras e Italia.

Las cajas empacadas son almacenadas en las bodegas de producto terminado donde se guardan hasta que lleguen los contenedores para trasladarlas al puerto, donde se embarcan y se destinan a los países anteriormente citados.

La siguiente tabla muestra los ingresos anuales de la venta de caja de tabaco.

Tabla LII. **Ingresos brutos anuales de la planta**

| Tipo de tabaco | Producción anual (cajas) | Precio de venta US\$ | Precio de venta Q | Ingresos Q     |
|----------------|--------------------------|----------------------|-------------------|----------------|
| Burley         | 58 000                   | 170,00               | 1 388,90          | 80 556 200,00  |
| DAC            | 29 000                   | 200,00               | 1 634,00          | 47 386 000,00  |
|                |                          |                      | Total             | 127 942 200,00 |

Fuente: elaboración propia.

Los egresos no son más que los distintos costos en los que se incurre para producir, el rubro de cada uno se detalla a continuación:

- Costo de materia prima e insumos: la empresa compra el tabaco a los cosecheros del país y financia la siembra de este vegetal en algunos municipios como la máquina y costa sur del país. Alrededor de 38 155 000,00 quetzales son destinados para esto.
- Costo de empaque: las cajas y el fleje que se utiliza para el empaque de tabaco son traídas de Estados Unidos ya que el cartón utilizado no se encuentra en Guatemala, la siguiente tabla muestra el costo de empaque.

Tabla LIII. **Costo de material de empaque**

| Tipo de tabaco | Cajas producidas | Costo de caja y fleje \$ | Costo total \$ | Costo total Q |
|----------------|------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| Burley         | 58 000           | 12,00                    | 69 000,00      | 5 686 320,00  |
| DAC            | 29 000           | 12,00                    | 348 000,00     | 2 843 160,00  |
|                |                  |                          | Costo total    | 8 529 480,00  |

Fuente: elaboración propia.

- Costo de agua: la demanda de agua en la planta de producción obtiene su pico más elevado durante la época de proceso de tabaco, es decir durante los tres meses que dura la cosecha. Durante los nueve meses restantes el consumo es mínimo.

El costo anual asciende a Q3 200 000,00.

- Costo de combustible: la planta de producción cuenta con 10 montacargas los cuales se encargan de almacenar las bodegas de producto terminado y de abastecer la mesa de alimentación durante el proceso, según datos estimados anualmente el costo de combustible es Q3 900 000,00.
- Costo de mantenimiento: durante los nueve meses que la planta de producción queda varada se hace el mantenimiento diverso a la maquinaria con la que se trilla el tabaco y también mantenimiento a las instalaciones anualmente se presupuesta para este rubro la cantidad de Q27 000 000,00.
- Costos de control de calidad: para que el tabaco exportado sea comprado por los clientes en el extranjero este tiene que pasar por duros controles de calidad que garantizan al máximo el tabaco guatemalteco, para ello se requiere de diversos químicos con los cuales se mide el porcentaje de nicotina, así como máquinas con las que se realizan las pruebas, debido a que la tecnología avanza día con día es necesario comprar máquinas más eficientes por lo que al año se incurre en un costo de calidad de Q9 500 000,00.
- Mano de obra directa: la mano de obra directa está compuesta por diferentes puestos los cuales intervienen directamente con la producción, sumando un total de 363 personas, 200 en el turno diurno y 163 en el turno nocturno. Cabe mencionar que estas personas son contratadas temporalmente y al terminar el proceso son despedidas. El cálculo del costo es el siguiente:

Jornada diurna (200 personas):

$$\text{Costo de hora normal} = 200 \times 8h \times 7 \frac{Q}{h} = Q 11 200,00$$

$$\text{Costo de hora extra} = 200 \times 4h \times 10,5 \frac{Q}{h} = Q8 400,00$$

$$\text{Costo diario de jornada diurna} = Q11 200,00 + Q8 400,00 = Q19 600,00$$

Jornada nocturna (163 personas):

$$\text{Costo de hora normal} = 163 \times 6h \times 9,33 \frac{Q}{h} = Q9 128,00$$

$$\text{Costo de hora extra} = 163 \times 6h \times 14 \frac{Q}{h} = Q13 692,00$$

$$\text{Costo diario de jornada nocturna} = Q9 128,00 + Q13 692,00 = Q22 820,00$$

$$\text{Costo diario de las dos jornadas} = Q19 600,00 + Q22 820,00 = Q42 420,00$$

La producción dura solo tres meses de los cuales 72 días son los efectivos, la semana laboral es de 6 días, descansando solamente el día domingo. La siguiente tabla da el costo total de mano de obra directa.

Tabla LIV. **Sueldos totales recibidos por la mano de obra directa**

| Sueldo diario | Días trabajados | Sueldo total | Bonificación | Prestaciones  | Total         |
|---------------|-----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Q42 420       | 72              | Q3 054 240   | Q272 250     | Q1 195 734,96 | Q4 522 224,96 |

Fuente: elaboración propia.

Nota: las prestaciones se obtuvieron del 39,15 % del sueldo total, este porcentaje se obtuvo al sumar los porcentajes correspondientes al Bono 14, Aguinaldo, Indemnización, anualmente ( $1/12 = 8,33 = 24,99$ ), Vacaciones ( $8,33/2 = 4,165$ ) y 4,83 de IGSS y 1% de IRTRA. La Bonificación es la multiplicación de Q250,00 (establecidos por la ley) por 3 meses trabajados por 363 personas que laboran en la planta. El salario mínimo de Q56,00/día.

- Mano de obra indirecta: esta se compone de tres partes que son mecánicos, electricistas y personal administrativo. Los sueldos que perciben se detallan a continuación:

Tabla LV. **Sueldos recibidos por la mano de obra indirecta**

| Cantidad | Puesto                  | Sueldo mensual | Total Mensual | Sueldo anual         |
|----------|-------------------------|----------------|---------------|----------------------|
| 18       | Mecánicos               | Q2 500,00      | Q45 000,00    | Q540 000,00          |
| 9        | Electricistas           | Q2 500,00      | Q22 500,00    | Q270 000,00          |
| 33       | Personal administrativo | Q7 000,00      | Q231 000,00   | Q2 772 000,00        |
|          |                         |                | <b>Total</b>  | <b>Q3 582 000,00</b> |

Fuente: elaboración propia.

El total percibido anual es el siguiente:

Tabla LVI. **Sueldos totales recibidos por la mano de obra indirecta**

| Sueldo anual  | Prestaciones  | Bonificación | Total mano de obra indirecta |
|---------------|---------------|--------------|------------------------------|
| Q3 582 000,00 | Q1 402 353,00 | Q180 000,00  | Q5 164 353,00                |

Fuente: elaboración propia.

- **Energía eléctrica:** la energía eléctrica proporcionada a la planta se contrata a una empresa que la proporciona durante todo el año mediante un contrato anual. En este contrato se suministra 150 kw/hora durante la época fuera de proceso (9 meses del año), llegando a un límite de 1 000 kw/hora en la época en donde la maquinaria permanece encendida.

En promedio la energía promedio anual pagada a esta empresa es de Q3 213 000,00.

La tabla XLVII detalla finalmente los ingresos, egresos y utilidad (antes del impuesto) anuales de la planta.

Tabla LVII. **Utilidad antes de impuesto**

| Ingresos Totales | Egresos Totales | Utilidad        |
|------------------|-----------------|-----------------|
| Q127 942 200,00  | Q103 184 057,96 | Q24 7582 142,04 |

Fuente: elaboración propia.

## **6.2. Flujo de efectivo**

Se detalla el flujo de efectivo proyectado del proyecto a cinco años. Según estudios de Tabacalera Mexicana S.A de C.V, el aumento de sus ganancias anuales es de 2,2%. Para los costos se asume que aumentaran en un 1,6% (según el porcentaje de incremento anual de la empresa).

Tabla LVIII. Flujo de efectivo

| Año                                       | Año 1         | Año 2       | Año 3       | Año 4       | Año 5       | Año 6       |
|---|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Entradas de efectivo                      |               |             |             |             |             |             |
| Total de ingresos                         |               | Q541 168,32 | Q543 567,27 | Q546 018,99 | Q548 524,65 | Q551 085,43 |
| Salidas de efectivo                       |               |             |             |             |             |             |
| Láminas termoacústicas                    | Q94 080,00    |             |             |             |             |             |
| Costo de revestimiento de transportadores | Q29 745,00    |             |             |             |             |             |
| Compra de colector de polvo               | Q275 000,00   |             |             |             |             |             |
| Anualidades                               |               |             |             |             |             |             |
| Compra de equipo de protección personal   | Q121 770,00   | Q123 718,32 | Q125 697,81 | Q127 708,98 | Q129 752,32 | Q131 828,36 |
| Costos de reciclaje                       | Q25 680,00    | Q26 090,88  | Q26 508,33  | Q26 932,47  | Q27 363,39  | Q27 801,20  |
| Costos de material de compostaje          | Q31 755,60    | Q32 263,69  | Q32 779,91  | Q33 304,39  | Q33 837,26  | Q34 378,65  |
| Costos de combustibles                    | Q8 505,60     | Q8 641,69   | Q8 779,96   | Q8 920,44   | 9 063,16    | Q9 208,17   |
| Costos de mantenimientos                  | Q91 247,31    | Q92 707,27  | Q94 190,58  | Q95 697,63  | Q97 228,79  | Q98 784,46  |
| Total de egresos                          | Q677 783,51   | Q283 421,85 | Q287 956,60 | Q292 563,90 | Q297 244,92 | Q302 000,84 |
| Flujo de efectivo                         | Q(677 783,51) | Q257 746,47 | Q255 610,67 | Q253 455,09 | Q251 279,72 | Q249 084,59 |

Fuente: elaboración propia.

Para comprobar la factibilidad del proyecto se realiza el cálculo de indicadores que definirán la puesta en marcha del proyecto mediante su factibilidad económica.

El valor actual neto es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, genera ganancia. La siguiente formula detalla lo anteriormente citado.

$$VAN = BNA - Inversión,$$

$$VAN = \frac{Flujo\ de\ caja\ año\ 1}{(1+i)^{año1}} + \frac{Flujo\ de\ caja\ año\ 2}{(1+i)^{año2}} + \dots + \frac{Flujo\ de\ caja\ año\ n}{(1+i)^{añon}} - inversión$$

Donde BNA es igual al valor actual del flujo de caja o beneficio neto proyectado, el cual ha sido actualizado a través de una tasa de descuento que para evaluar el proyecto es de 14%, el VAN es, (datos de flujo de caja, tabla LVIII):

$$VAN = \frac{257\ 746,47}{(1,14)^1} + \frac{255\ 610,67}{(1,14)^2} + \frac{253\ 455,09}{(1,14)^3} + \frac{251\ 279,72}{(1,14)^4} + \frac{251\ 279,72}{(1,14)^5} - 677\ 783,51$$

$$VAN = 194\ 213,46$$

El VAN da como resultado 194 213,46 lo que muestra la factibilidad financiera del proyecto, a continuación se calcula la tasa interna de retorno (TIR).

La TIR es la tasa de descuento de un proyecto de inversión que permite que el VAN sea cero, es decir es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para que sea rentable.

Para el cálculo de la TIR simplemente hay que igualar la ecuación del VAN a cero y resolver la ecuación con respecto a la variable  $i$ , tal y como se realiza a continuación.

$$0 = \frac{257\,746,47}{(1+i)^1} + \frac{255\,610,67}{(1+i)^2} + \frac{253\,455,09}{(1+i)^3} + \frac{251\,279,72}{(1+i)^4} + \frac{251\,279,72}{(1+i)^5} - 677\,783,51$$

Para la resolver la ecuación de una manera fácil, simplemente se le colocan valores a  $i$ , de modo de obtener dos rangos uno positivo y otro negativo para luego interpolar.

Para valor  $i = 14$  el VAN dio como resultado 677 783,51 y para valor  $i = 26$  el VAN es igual -7 387,05 por lo que la TIR se encuentra en el rango de 14 a 26.

|            |     |                              |
|------------|-----|------------------------------|
| 677 783,51 | 14% | } Interpolando $x = 25,56\%$ |
| 0          | $x$ |                              |
| -7 387,05  | 26% |                              |

El valor de la máxima tasa de descuento es de 25,56% ya que es la tasa de interés que hace que el VAN sea 0.

### **6.3. Financiamiento**

Financiar es el acto de dotar de dinero y de crédito a una empresa, organización o individuo, es decir, conseguir recursos y medios de pago para destinarlos a la adquisición de bienes y servicios, necesarios para el desarrollo de las correspondientes funciones.

#### **6.3.1. Estructura del financiamiento**

El costo total del proyecto es de Q677 783,51, por lo que de este el 13,88% será destinado para la compra de láminas termoacústicas con las cuales se logrará la mitigación del ruido emanado hacia el exterior y minimizar el calor en el edificio industrial.

Un 40,57% para la compra de colector de polvo para lograr la limpieza del aire contaminado por las partículas de polvo de tabaco trillado causante de enfermedades respiratorias, vómitos y vahídos.

El 13,46% es necesario para la realización de los mantenimientos preventivos o correctivos para reducir el tiempo perdido y ruido provocado por los motores trifásicos.

Un 17,97% para la dotación de equipo de protección personal para mitigar los efectos del proceso productivo en los trabajadores, reduciendo la inasistencia laboral, visitas a clínica por causas de mareos, problemas respiratorios, estrés laboral provocado por el ruido emanado de la maquinaria, etcétera, también lograr el aumento en la satisfacción del empleado debido a que se proporcionan las herramientas para el cuidado personal y la mejoría en un ambiente de trabajo agradable.

4,69% para la puesta en marcha del proyecto de compostaje, ya que el tabaco posee características nutrientes para ser un buen abono natural y pesticida a la vez, logrando provecho de los desperdicios y de esta manera generar ingresos extras.

El 4,39% para revestir los transportadores con guardas, para evitar la salida de vapores peligrosos a la intemperie reduciendo la contaminación ambiental, 3,79% para establecer el proyecto de reciclaje este porcentaje representa lo necesario para establecer conferencias, capacitaciones y compra de utensilios necesarios para lograr la clasificación de los desechos de la empresa y el 1,25% restante para el uso del polvo de tabaco como generador de energía produciendo un ahorro en el consumo de combustible.

### **6.3.2. Fuentes de financiamiento**

Las fuentes de financiamiento para el proyecto son:

- Fuentes internas: recursos propios o autogenerados: el aporte de socios y utilidades no distribuidas.
- Fuentes externas: recursos de terceros, es decir, endeudamiento: préstamo bancario a un banco del sistema.

La inversión a financiar asciende al monto de Q677 783,51 equivalente al costo total de la implementación de las medidas de mitigación, el préstamo bancario se realizará con el Banco Industrial que posee en la actualidad la tasa menor de interés (18% anual).

Debido a los costos que la contaminación ambiental causa y las demandas que la empresa posee los socios e inversionistas de la procesadora de tabaco, poseen un fondo para la mitigación de impactos que equivale a Q150 000,00, por lo que el monto a financiar por fuentes externas es de Q527 783,51 un 77,86%.

Con estos datos se procede a realizar el cálculo de la tasa de rendimiento mínima atractiva mixta (TMAR), que representa la medida de rentabilidad mínima que se le exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal, que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamos y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido. Tomando en cuenta la inflación dada por el Banco de Guatemala, el rendimiento pedido por la empresa es de un 23%. La siguiente tabla muestra la TMAR mixta.

Tabla LIX. **Cálculo de TMAR mixta**

| Entidad     | Aportación  | Porcentaje de aportación | Rendimiento pedido | Promedio ponderado |
|-------------|-------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| Accionistas | Q150 000,00 | 22,13%                   | 0,23               | 5,09%              |
| Financiera  | Q527 783,50 | 77,87%                   | 0,18               | 14,02%             |
| Suma        | Q677 783,50 | 1                        | TMAR mixta         | 19,11%             |

Fuente: elaboración propia.

La TMAR mixta es de 19,11% y la TIR es de 25,56% por lo que se dice que el proyecto es rentable ya que  $TIR > TMAR$ .

Por último se realiza el análisis beneficio/costos que permitirá definir la factibilidad de las alternativas planteadas La siguiente tabla muestra los costos y beneficios generados anualmente hasta el año cinco.

Tabla LX. **Beneficio/costo del proyecto**

|                 | Año 1       | Año 2       | Año 3        | Año 4        |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Costo total     | Q283 421,85 | Q287 956,60 | Q 292 563,90 | Q 297 244,92 |
| Beneficio total | Q543 567,27 | Q450 215,38 | Q457 418,82  | Q551 085,43  |
| Razón           | 1,92        | 1,56        | 1,56         | 1,85         |

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior muestra que la razón Beneficio/Costo para todos los años es mayor a un, esto indica que para el año uno, por cada quetzal invertido se retornará Q1,92, para el año dos por cada quetzal invertido el retorno será de Q1,56 y así hasta el año cinco donde el retorno de efectivo es de Q1,85 por cada quetzal de inversión, lo que demuestra la alta factibilidad del proyecto.

## CONCLUSIONES

1. Las medidas de mitigación aplicadas se fundamentan en la reducción de tres factores que causan los impactos más nocivos tanto para el ambiente como para la salud de los vecinos y trabajadores, estos son: ruido, polvo y desechos, los cuales son un gran foco de contaminación y disminuyen el desempeño en los trabajadores, la minimización de estos factores trae consigo una reacción en cadena la cual ayudará en gran medida a la empresa aumentando la eficiencia y efectividad de la misma.
2. Se comprueba que al reprogramar la producción utilizando un solo turno para cubrir la demanda de 16 960 000 kilogramos de tabaco procesado, se reducen los costos de mano de obra directa en un 9,56% del costo total lo que representa un ahorro de Q432 125,34/ anuales solamente en mano de obra directa. Al producir únicamente con un turno los vecinos disminuirán las quejas y denuncias provocadas por el malestar debido al ruido producido en el turno nocturno lo que ayuda en gran medida a disminuir los conflictos de la empresa con los vecinos.
3. La tecnología utilizada para la reducción del polvo en la planta y por consiguiente en los alrededores de esta, es la compra de un colector de polvo el cual aspira el aire proveniente de los multiseparadores, logrando no propagarlo en el ambiente, la opción más adecuada y que más se adapta a los requerimientos técnicos y económicos de la empresa es el colector de polvo de la marca Baldor Dust, Inc, ya que según el estudio es la mejor inversión.

4. Con las políticas de mantenimiento preventivo y correctivo se reducirán las fallas de la maquinaria, de esta manera disminuirá el tiempo perdido como ya quedo demostrado en el estudio. El mantenimiento preventivo ayudará también a mermar el ruido producido por los motores en mal estado. El registro de mantenimiento preventivo y correctivo realizado por los mecánicos permitirá al gerente de área tener pleno control sobre el trabajo de los empleados y así supervisar más de cerca las labores y corroborar la calidad de las mismas, para que haya certeza en el trabajo realizado y así se cumpla con un mantenimiento óptimo.
  
5. Las políticas de la empresa sobre el uso de equipo de protección personal serán establecidas una vez comience el proyecto de mitigación de impactos, estas serán de gran importancia ya que al proporcionar equipo de protección de calidad a los empleados, estos se desempeñarán mejor debido a que se minimizan los riesgos hacia la salud de los trabajadores, lo que hará que aumente la productividad de la planta debido a la reducción de accidentes e inasistencia del personal.
  
6. La políticas ambientales y de seguridad ambiental harán que se planifiquen proyectos poniendo como prioridad los daños que estos puedan ocasionar al ambiente y a las personas, lograrán el acercamiento de la empresa con las personas afectadas y ayudarán a proponer mejoras al trabajar en conjunto (empresa y vecinos) para generar ideas y establecer una mejora continua en relación a la producción más limpia que no dañe al ambiente ni a personas.

7. Se implementaron tres alternativas como parte de las medidas de mitigación, estas son, reciclaje, material para *compost* y usos de residuos de tabaco como material combustible de calderas, la primer medida generará ingresos todo el año ya que los desechos tales como vidrio, plástico, papel y cartón serán recolectados en la planta y vendidos a recicladoras, las otras dos generarán ingresos solo durante el proceso de producción, las tres medidas ayudarán a tratar de una manera correcta los desechos y generar una cultura de reciclaje y responsabilidad hacia el ambiente por parte del personal.
  
8. El beneficio más importante con el que la empresa podrá gozar al realizarse el proyecto es reducir en gran parte la contaminación al ambiente y daño hacia la salud de las personas que genera el proceso de producción de trillado de tabaco, debido a que esta planta es sumamente perjudicial para la salud, otro beneficio será la reducción de demandas y quejas por parte de la población al dejar de perturbar la tranquilidad del vecindario durante el turno nocturno, por último, será el aumento de la productividad de la empresa debido a la minimización de enfermedades y accidentes.



## RECOMENDACIONES

### A la empresa

1. Llevar registro de las mejoras que se den con las diversas medidas de mitigación, observando el alcance de las mismas e innovar en los sistemas ambientales debido al constante cambio en la tecnología, asimismo, establecer si el proyecto lleva el rumbo adecuado.
2. Proponer a los trabajadores de la planta de producción que conozcan y apliquen las medidas ambientales propuestas, para que ayuden a un mejor desempeño de las propuestas, sabiendo que al colaborar favorecen con el mejoramiento del ambiente y por ende con la salud de la población en general.
3. Trasladar la cultura del reciclaje a los vecinos para que de esta manera puedan ayudar al ambiente y al mismo tiempo pueda ser una fuente de ingresos al vender los desechos. Dando charlas y pláticas a vecinos interesados sobre la manera adecuada de separar los distintos desechos y clasificarlos adecuadamente. Siendo también un ejemplo para otras empresas en el entorno de la responsabilidad social empresarial.
4. La viabilidad económica y ambiental del proyecto hace que el proyecto sea ejecutado en la brevedad posible, para comenzar a gozar de la reducción de contaminación ambiental y aumento de la productividad de la empresa debido a las mejoras que la reducción de impactos conlleva.

5. Debido a la reprogramación de la producción el tiempo para cubrir la demanda se extiende y por consiguiente el contrato de los operarios temporales, por lo que se debe verificar el estricto cumplimiento del uso de equipo de protección y establecer mejoras continuas en el asunto y sancionar a las personas que descuiden el equipo conforme a los estatutos del establecimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANSUETO, *Leopoldo*. *Reporte final de Estudio de impacto ambiental realizado en procesadora de tabaco* [en línea]. Disponible en Web: <<http://www.medicionesambientales.com/reportesprocesa.pdf>>. [Consulta: en febrero 2009].
2. CANTER, Larry. *Manual de evaluación de impacto ambiental*. España: McGraw-Hill, 1998. 863 p. ISBN 388053203-3.
3. Comercio Digital, *Fertilizantes alternativos* [en línea]. Disponible en Web:<<http://www.solostocks.com/venta-productos/subproductos/otros/tabaco-cih-tabaco-en-polvo-insecticida-y-fertilizante-100-organico-3756326>>. [Consulta: en febrero 2009].
4. CONESA, Vicente. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. España: Mundi Prensa, 2000. 412 p. ISBN 99922-2-379-6.
5. ELEX, *Productos y exposición auditiva según las normas internacionales de la OSHA* [en línea]. Disponible en Web: <<http://www.elex.com.gt/tiempodeexpoadb&perdeexposi.htm>>. [Consulta: en febrero 2009].
6. \_\_\_\_\_, *Productos y exposición auditiva según las normas internacionales de la OSHA* [en línea]. Disponible en Web: <<http://www.elex.com.gt/sure-fit/auditivos>>. [Consulta: en febrero 2009].

7. Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. *Informe anual del monitoreo del aire para el año 2009* [en línea]. Disponible en Web: <[http://www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/INFORME\\_LMA\\_2009.pdf](http://www.usac.edu.gt/~usacceur/pdf/INFORME_LMA_2009.pdf)>. [Consulta: en marzo 2009].
8. FAO. *Perspectivas a plazo medio de los productos básicos y agrícolas* [en línea]. Disponible en Web: <<http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s19.htm>>. [Consulta: en diciembre 2009].
9. Guatemala. *Ley de mejora y protección al ambiente*. marzo de 1993, núm. 3. p. 13.
10. \_\_\_\_\_. *Reglamento de evaluación y protección ambiental*. junio de 1999, núm. 1. p. 46.
11. \_\_\_\_\_. *Código Civil*. 1986, núm. 3. p. 413.
12. \_\_\_\_\_. *Reglamento de la Municipalidad capitalina*. junio de 1991, núm. 4. p. 186.
13. LUDEVID, Manuel. *La gestión ambiental de la empresa*. España: Ariel, 2000. 320 p. ISBN 978-86592-873-5.
14. MARN. *Reglamentos sobre estudios de evaluación de impacto ambiental*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2002. 25 p.

15. MONGOPRES, Bloggers. *Curación de tabaco* [en línea] Disponible en Web: <<http://www.travelblog.org/Central-America>>. [Consulta: en enero 2010].
16. MORALES ÁVILA, Mario César. *Criterios para la supervisión ambiental en carreteras, Guatemala*. Trabajo de graduación de Maestría de Ciencias de Ingeniería Vial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 72 p.
17. OLIVA PEREZ, Evelyn Jeanneth. *Estudio de factibilidad de la evaluación del impacto ambiental producido por la operación y mantenimiento de la planta potabilizadora de agua, El Cambray, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001. 78 p.
18. SAT, *Recaudación y gestión de impuestos generados para año 2009* [en línea]. Disponible en Web: <<http://portal.sat.gob.gt/sitio/estadisticas/Prueba/RECAUDACION%20POR%20IMPUESTO%202009.htm>>. [Consulta: en enero 2009].
19. SKYSCRAPERCITY, *doscientos tres años del barrio Gerona* [en línea]. Disponible en Web: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=774304>>. [Consulta: en enero 2009].

20. SUCHINI PAIZ, César Leonel. *Actualización del estudio de impacto ambiental, en rehabilitación del tramo carretero San Pedro Carcha-Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 143 p.
21. Universal Leaf. *Supply chain integrity program of tobacco industry* [en línea]. Disponible en Web: <<http://www.theworldtobaccoco.com/glt>>. [Consulta: en enero 2009].
22. URRUTIA, Emilio. *Estudio de factibilidad: procesadora de tabaco*. Dirección de Catastro Municipalidad de Guatemala, 1973. 225 p.
23. WIKIPEDIA. *Nicotina* [en línea]. Disponible en Web:<<http://es.wikipedia.org/wiki/nicotina>>. [Consulta: en enero 2009].

## APÉNDICES



Apéndice 1. **Costo promedio anual de la clínica médica**

| Descripción  | Costo mensual (promedio) | Costo anual |
|--------------|--------------------------|-------------|
| Mano de obra | Q2 300,00                | Q46 080,00  |
| Medicamentos | Q975,00                  |             |
| Utensilios   | Q265,00                  |             |
| Otros        | Q300,00                  |             |
| Total        | Q3 840,00                |             |

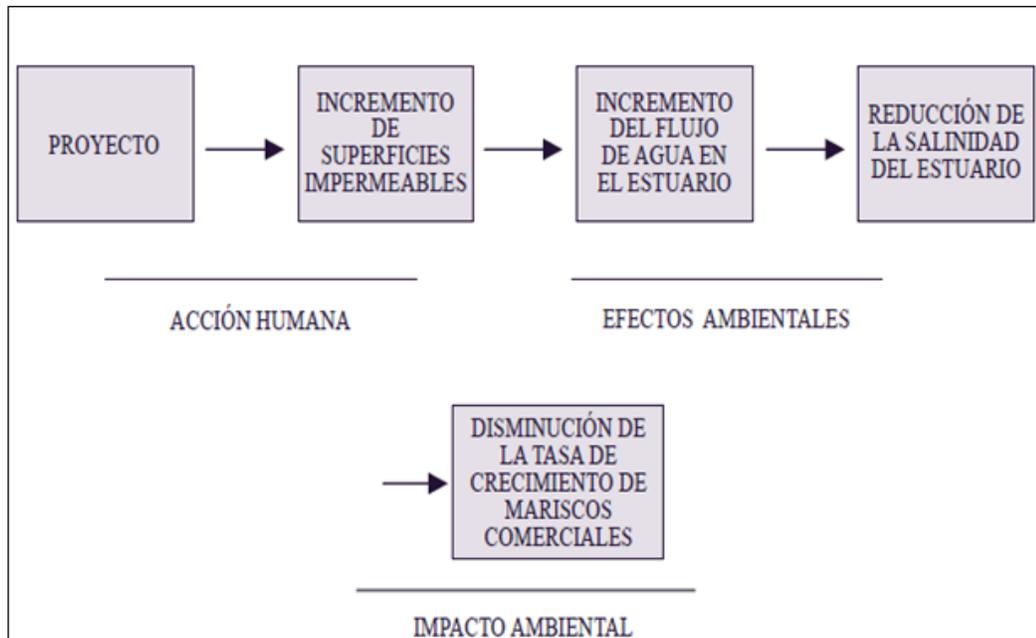
Fuente: elaboración propia.



ANEXOS

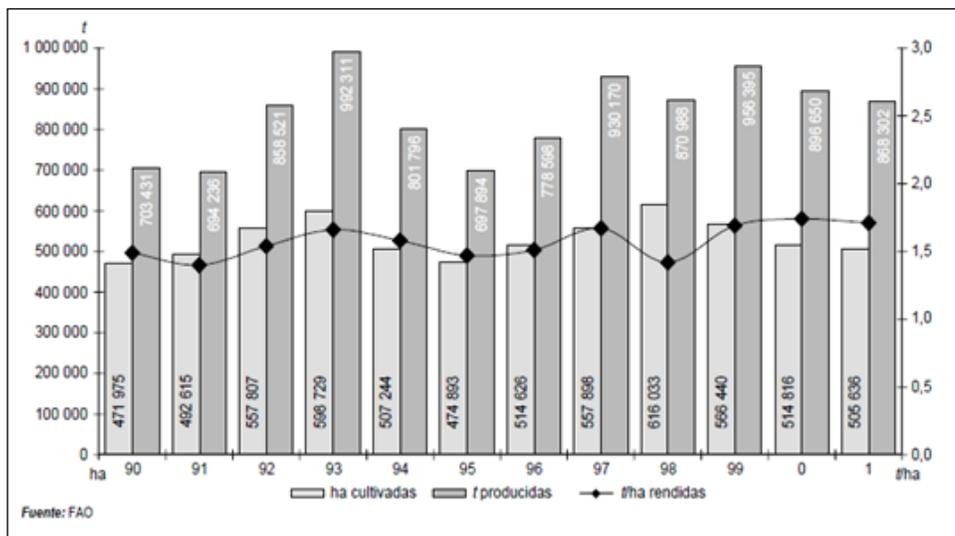


Anexo1. **Diagrama de flujo para identificación de impactos en un proyecto**



Fuente: <http://www.proyectoseimpactoambiental.com> [consulta: enero 2009].

Anexo 2. **Hectáreas de tierra cultivadas con hoja de tabaco producidas en América Latina, 1990-200**



Fuente: [http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/7140/lcg2110e\\_II.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/7140/lcg2110e_II.pdf) [consulta: enero 2009].

Anexo 3. **Medidas de mitigación para un proyecto cualquiera**

| IMPACTOS  | MEDIDAS DE MITIGACION  | ACCIONES                               |
|---|--|--|
| Eliminación y alteración de la flora y fauna en sitio dragado | Planificar para minimizar impactos en flora y fauna locales<br>Estudiar existencia especies raras o en peligro de extinción                | <i>Operación</i><br><i>Información</i> |
| Ruidos molestos para residentes cercanos                      | Reducir nivel de ruido, sobre todo en la noche, reprogramando las operaciones  | <i>Operación</i>                       |
| Creación de plumas de turbiedad                               | Crear represas temporales y/o barreras para disminuir el transporte de material suspendido fuera del área del proyecto                     | <i>Obras</i>                           |
| Pérdida o alteración de las características de las orillas    | Estudiar los procesos costeros lacustres (geología, geomorfología e hidrología), e implementar medidas para evitar erosión y sedimentación | <i>Información</i>                     |
| Degradación calidad de aire por operaciones de dragado        | Monitorear la calidad del aire local y reducir operaciones si es necesario   | <i>Estaciones</i>                      |
| Afectación de culturas locales                                | Evaluar el ambiente sociocultural local antes de implementar el proyecto.<br>Incorporar opiniones de la comunidad                          | <i>Participación</i>                   |
| Sepultación de eventuales sitios arqueológicos                | Evaluar área de depósito de sedimentos y modificarla o establecer medidas para rescate o protección de sitios de interés                   | <i>Obras</i>                           |

Fuente: <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/paper-l-sp.pdf> [consulta: enero 2009].

Anexo 4. **Proyección de la producción de tabaco para varios países incluidos, Guatemala**

| PROJECTIONS OF TOBACCO PRODUCTION, CONSUMPTION AND TRADE TO THE YEAR 2010 |         |         |         |        |       |       |       |        |       |
|---|---------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Table A.1.6 Burley tobacco – production ('000 tonnes)                     |         |         |         |        |       |       |       |        |       |
|   | 1970-72 | 1980-82 | 1990-92 | 1993   | 1994  | 1995  | 1996  | 1997   | 1998  |
| <b>World</b>  | 714.0   | 1053.0  | 870.1   | 1043.7 | 862.9 | 792.3 | 834.5 | 1151.6 | 966.1 |
| <b>Developed</b>  | 621.9   | 806.5   | 432.8   | 413.3  | 403.8 | 378.3 | 370.4 | 427.2  | 441.4 |
| <i>North America</i>  | 267.6   | 320.3   | 299.1   | 286.5  | 277.8 | 250.8 | 244.2 | 294.4  | 310.0 |
| United States   | 266.5   | 319.4   | 298.7   | 286.5  | 277.8 | 250.8 | 244.2 | 294.4  | 310.0 |
| <i>Europe</i>   | 340.5   | 461.7   | 109.5   | 103.3  | 100.1 | 102.5 | 102.6 | 109.4  | 109.4 |
| <i>EU (15)</i>  | 332.1   | 435.2   | 85.7    | 83.9   | 79.9  | 80.9  | 82.5  | 84.6   | 83.5  |
| Greece  | 13.1    | 20.6    | 9.0     | 13.0   | 12.6  | 12.4  | 14.0  | 14.2   | 14.2  |
| Italy   | 35.2    | 50.7    | 54.4    | 46.1   | 43.7  | 46.0  | 45.1  | 47.2   | 44.7  |
| Spain   | 15.8    | 36.6    | 14.4    | 14.0   | 12.7  | 12.7  | 12.6  | 12.9   | 12.8  |
| <i>Other Europe</i>   |         |         |         |        |       |       |       |        |       |
| Poland  | 0.0     | 5.1     | 7.5     | 8.3    | 8.8   | 11.0  | 7.5   | 13.0   | 13.0  |
| Yugoslavia  | 0.0     | 0.0     | 1.3     | 3.2    | 2.8   | 2.4   | 4.4   | 3.3    | 4.0   |
| <i>Area of the former USSR</i>  | 0.0     | 0.0     | 0.0     |        |       |       |       |        |       |
| <i>Other developed</i>  | 13.4    | 23.9    | 24.2    | 23.4   | 25.9  | 25.0  | 22.6  | 21.8   | 20.5  |
| Japan   | 12.3    | 21.1    | 24.2    | 23.4   | 25.9  | 25.0  | 22.6  | 21.8   | 20.5  |
| <b>Developing</b>   | 92.2    | 246.5   | 436.1   | 627.0  | 455.9 | 410.6 | 464.1 | 724.4  | 524.7 |
| <i>Africa</i>   | 16.8    | 65.5    | 109.1   | 134.8  | 93.0  | 100.2 | 142.4 | 157.2  | 144.3 |
| Malawi  | 6.2     | 21.7    | 79.4    | 103.2  | 70.0  | 75.0  | 117.9 | 133.9  | 118.0 |
| Tunisia   | 0.0     | 0.0     | 5.9     | 6.0    | 6.6   | 6.5   | 7.7   | 7.9    | 7.7   |
| Zimbabwe  | 4.7     | 2.7     | 8.0     | 16.8   | 8.6   | 10.4  | 6.2   | 4.9    | 8.0   |
| <i>Latin America</i>  | 48.3    | 93.8    | 158.8   | 280.9  | 191.1 | 142.6 | 173.1 | 200.8  | 203.4 |
| Argentina   | 7.1     | 9.7     | 30.2    | 42.6   | 31.8  | 21.9  | 26.9  | 26.2   | 28.6  |
| Brazil  | 13.7    | 25.3    | 68.3    | 135.0  | 80.0  | 53.0  | 70.0  | 100.0  | 85.0  |
| Chile   | 3.0     | 2.9     | 9.8     | 13.9   | 10.8  | 7.6   | 6.6   | 7.6    | 8.9   |
| Guatemala   | 1.2     | 6.7     | 10.5    | 18.5   | 13.2  | 9.2   | 15.3  | 15.1   | 16.7  |

Fuente: <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/26919-es.html> [consulta: marzo 2009].

Anexo 6. **Estadísticas de enfermedades presentadas al MSPAS por parte de denuncias efectuadas por personas afectadas**

|                     | Mujeres    | Hombres   | Total      |
|---------------------|------------|-----------|------------|
| Vómitos             | 87         | 33        | 120        |
| Congestión pulmonar | 25         | 18        | 43         |
| Síntomas de asma    | 44         | 16        | 60         |
| <b>Total</b>        | <b>156</b> | <b>67</b> | <b>223</b> |

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Denuncias). p. 25.