



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE GESTIÓN DEL RIESGO
AMBIENTAL GENERADO POR LOS EFLUENTES DEL
PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ROJO DE PALMA
AFRICANA EN EL CANTÓN LA CONCORDIA, MEDIANTE LA
NORMA UNE 150008:2008**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:
INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: KARINA ELIZABETH ALARCÓN FRAY

TUTOR: Dr. FAUSTO MANOLO YAULEMA GARCÉS

Riobamba-Ecuador

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL GENERADO POR LOS EFLUENTES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ROJO DE PALMA AFRICANA EN EL CANTON LA CONCORDIA, MEDIANTE LA NORMA UNE 150008:2008”**, de responsabilidad de la señorita egresada Karina Elizabeth Alarcón Fray, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Fausto M. Yaulema G. MSc.
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Andrés A. Beltrán. D. MSc.
**ASESOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Yo, Karina Elizabeth Alarcón Fray, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originarios. Los textos constantes del documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica contenidos en este trabajo de titulación.

Riobamba, 15 de marzo del 2016

Karina Elizabeth Alarcón Fray

Cédula de Identidad 060279694-8

Yo, Karina Elizabeth Alarcón Fray soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

KARINA ELIZABETH ALARCÓN FRAY

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico con un inmenso amor, a mi esposo e hija, por compartir los momentos más difíciles en el proceso de mi carrera y por llenar mi vida de gratos momentos.

A mis padres quienes han sido mi fortaleza, mi ejemplo de superación y perseverancia. Quienes me han enseñado valores para enfrentar los desafíos de la vida y a no rendirme sin importar cuantas veces haya fracasado.

Karina A.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud inmensa a papito Dios y a la Virgen María por darme la salud y la bendición en cada paso que doy.

A mis padres Juan y Laura por su apoyo incondicional y respaldo, a mis hermanos César y Lizeth por la colaboración ilimitada y sus palabras de motivación en todo momento.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme formar parte de tan prestigiosa institución.

A mis tíos Manuel y Ruth por acogerme en su humilde hogar y ser actores activos en el desarrollo de mi tesis.

Al Ing. Galo Patricio Egas Hidalgo, y a todo el personal por la apertura brindada en la Extractora de Aceite Rojo de Palma africana PEXA S.A. para poder desarrollar este trabajo de investigación.

Al Ing. Jaime Pazmiño, de la consultora Castecam por la coordinación y logística mantenida en las visitas y la recopilación de información necesaria para la ejecución de mi proyecto.

A mis queridas amigas Margarita, Valeria, Verónica y Glenda por la colaboración en las diversas actividades que desarrollamos académicamente y por los lazos de amistad forjados.

De manera muy especial quiero agradecer al Dc. Fausto Yaulema y al Ing. Andrés Beltrán, por la paciencia, confianza demostrada y la asesoría prestada, gracias a su valiosa ayuda y sugerencias, han hecho posible que este trabajo llegue a su culminación, cumpliendo con su noble tarea de educar para el futuro.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

°C	Grados Centígrados
AI	Área de Influencia
AID	Área de Influencia Directa
AII	Área de Influencia Indirecta
ANCUPA	Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera
As	Arsénico
CIPAL	Centro de Investigación en Palma Aceitera
Cd	Cadmio
CPV	Censo de Población y Vivienda
Cr	Cromo
Cu	Cobre
ERA	Evaluación de Riesgos Ambientales
FEDAPAL	Fundación de Fomento de Exportaciones de aceite de palma y sus Derivados de Origen Nacional
g	Gramos
h	Horas
ha	Hectáreas
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
Kg	Kilogramo
L	Litro
m	Metro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
PEA	Población Económicamente Activa
PET	Población en Edad de Trabajar
Pb	Plomo
s	Segundo
Tm	Tonelada métrica
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria
UPA	Unidad Productiva Agropecuaria
UNE	Norma Europea

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xvii
SUMMARY	xviii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO	5
1.1. La Palma Africana	5
<i>1.1.1. Utilización en la Alimentación y en la Industria</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2. Agrocombustibles</i>	<i>7</i>
1.2. Zonas de Producción.....	7
1.3. Proceso Productivo de Obtención del Aceite Rojo de Palma Africana	8
<i>1.3.1. Subproductos del Proceso de Obtención del Aceite Rojo de Palma</i>	<i>9</i>
1.4. Sistema de Tratamiento biológico del Efluente por Lagunas Estabilización.....	10
<i>1.4.1. Balance hídrico en las lagunas de estabilización.....</i>	<i>11</i>
<i>1.4.2. Laguna de Enfriamiento y Retención</i>	<i>12</i>
<i>1.4.3. Lagunas Anaerobias</i>	<i>12</i>
<i>1.4.4. Emisión de Gases</i>	<i>13</i>
<i>1.4.5. Laguna Facultativa</i>	<i>14</i>
<i>1.4.6. Laguna Aerobia.....</i>	<i>15</i>
1.5. Creación de la Norma UNE 150008:2008 (Evaluación del Riesgo Ambiental)	15
<i>1.5.1. Riesgo.....</i>	<i>16</i>
<i>1.5.2. Riesgo Ambiental</i>	<i>17</i>
<i>1.5.3. Peligro.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.4. Evaluación del Riesgo Ambiental.....</i>	<i>17</i>
<i>1.5.4.1 Análisis “Que pasa si”</i>	<i>17</i>
<i>1.5.4.2 Análisis del árbol de fallos.....</i>	<i>18</i>
<i>1.5.5. Vulnerabilidad.....</i>	<i>18</i>
<i>1.5.6. Ruta de Exposición</i>	<i>18</i>
<i>1.5.7. Suceso Iniciador.....</i>	<i>18</i>

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO.....	19
2.1.	Fuentes de Información Inicial	19
2.2.	Tipo de Estudio.....	19
2.3.	Coordenadas de Ubicación, Registro Visual y Mapas Geográficos.....	20
2.3.1.	<i>Registro Visual y Toma de Coordenadas.....</i>	<i>20</i>
2.3.2.	<i>Cartografía y Mapa de Ubicación</i>	<i>20</i>
2.3.3.	<i>Mapas Específicos de Estudio:</i>	<i>21</i>
2.4.	Determinación de las Actividades que se Realizan en la Extractora.....	21
2.4.1.	<i>Áreas y lugares de operación de la Extractora</i>	<i>21</i>
2.5.	Levantamiento de la Línea Base	21
2.5.1.	<i>Diagnóstico ambiental.....</i>	<i>21</i>
2.5.2.	<i>Determinación del área de influencia directa e indirecta en la extractora.....</i>	<i>22</i>
2.5.3.	<i>Componentes de la línea base ambiental.....</i>	<i>23</i>
2.5.3.1	<i>Componente Físico.....</i>	<i>23</i>
2.5.3.2	<i>Componente Biótico.....</i>	<i>24</i>
2.5.3.3	<i>Componente Socioeconómico y Cultural.....</i>	<i>25</i>
2.6.	Metodología del Muestreo	25
2.6.1.	<i>Requisitos para un muestreo confiable</i>	<i>25</i>
2.6.2.	<i>Plan de muestreo</i>	<i>26</i>
2.6.3.	<i>Metodología para el Muestreo de Aguas</i>	<i>26</i>
2.7.	Análisis del Riesgo Ambiental.....	27
2.7.1.	<i>Metodología para el análisis del riesgo</i>	<i>27</i>
2.7.1.1	<i>Identificación de causas y peligros.....</i>	<i>27</i>
2.7.1.2	<i>Identificación de sucesos iniciadores.....</i>	<i>29</i>
2.7.1.3	<i>Postulación de escenarios de accidente.....</i>	<i>29</i>
2.7.2.	<i>Asignación de probabilidad del escenario de accidente.....</i>	<i>31</i>
2.7.3.	<i>Estimación del riesgo</i>	<i>31</i>
2.7.4.	<i>Evaluación del riesgo ambiental.....</i>	<i>31</i>

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1.	Ubicación de la Extractora de Aceite de Palma PEXA S.A.....	33
3.1.1.	<i>Ubicación Geográfica</i>	<i>33</i>

3.1.2.	<i>Distribución física de la Extractora</i>	34
3.2.	Diagnóstico Ambiental	35
3.2.1.	<i>Determinación del área de influencia (AI) de la extractora PEXA S.A.</i>	35
3.2.2.	<i>Área de Influencia directa (AID)</i>	35
3.2.3.	<i>Área de Influencia indirecta (AII)</i>	35
3.3.	Línea Base del Área de Influencia de la Extractora	36
3.3.1.	Componente Físico	36
3.3.1.1	<i>Climatología</i>	36
3.3.1.2	<i>Geomorfología y Geología</i>	40
3.3.1.3	<i>Hidrología del Área de Estudio</i>	43
3.3.1.4	<i>Uso del suelo</i>	44
3.3.2.	Componente Biótico	45
3.3.2.1	<i>Flora</i>	45
3.3.2.2	<i>Fauna</i>	47
3.3.3.	Componente Antropogénico	49
3.3.3.1	<i>Aspectos Demográficos</i>	49
3.3.3.2	<i>Condiciones económicas</i>	51
3.3.3.3	<i>Vivienda</i>	51
3.3.3.4	<i>Acceso a Servicios Básicos</i>	52
3.3.3.5	<i>Tenencia de Tierras</i>	53
3.3.3.6	<i>Comercio</i>	53
3.3.3.7	<i>Salud</i>	53
3.3.3.8	<i>Educación</i>	54
3.4.	Proceso de extracción del aceite rojo de palma africana	54
3.4.1.	<i>Abastecimiento de agua para el proceso de extracción</i>	55
3.4.2.	<i>Consumo de agua (medio anual)</i>	55
3.4.3.	<i>Consumo y abastecimiento de energía</i>	55
3.4.4.	<i>Materia prima</i>	56
3.4.5.	<i>Generación de vapor</i>	56
3.4.6.	<i>Volumen de Efluente Generado En El Proceso</i>	64
3.5.	Sistema de tratamiento del Efluente por Lagunas de Oxidación	65
3.5.1.	<i>Área y volumen para el tratamiento del efluente:</i>	65
3.5.2.	<i>Reseña de la Extractora tomada como modelo PEXA S.A.</i>	66
3.5.3.	<i>Laguna de enfriamiento y retención</i>	67
3.5.4.	<i>Laguna anaerobia</i>	68
3.5.4.1	<i>Principios de funcionamiento</i>	69
3.5.4.2	<i>Respiración</i>	69

3.5.4.3	<i>Fermentación ácida</i>	70
3.5.4.4	<i>Fermentación metanogénica</i>	70
3.5.4.5	<i>Formación de metano:</i>	71
3.5.4.6	<i>Parámetros de control</i>	72
3.5.4.7	<i>Manejo y disposición de lodos</i>	74
3.5.5.	Laguna Facultativa	75
3.5.6.	Laguna aerobia	76
3.5.6.1	<i>Respiración y fotosíntesis</i>	77
3.6.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES	79
3.6.1.	Identificación de peligros ambientales	79
3.6.2.	Análisis del árbol de fallos	82
3.6.3.	Descripción de escenarios de accidente endógenos	88
3.6.4.	RIESGOS MEDIOAMBIENTALES EXTERNOS	105
3.6.4.1	<i>Riesgos asociados a fenómenos naturales</i>	105
3.6.4.2	<i>Riesgos geofísicos:</i>	106
3.6.4.3	<i>Riesgo asociado a las actividades desarrolladas en las instalaciones vecinas</i>	107
3.6.4.4	<i>Riesgo asociados a actividades históricas</i>	107
3.7.	Evaluación del riesgo ambiental en Lagunas de Estabilización	108
3.7.1.	Evaluación del riesgo ambiental	108
3.7.1.1	PROBABILIDAD	108
3.7.1.2	CONSECUENCIAS	110
3.7.2.	ENTORNO NATURAL	111
3.7.3.	ENTORNO HUMANO	111
3.7.4.	ENTORNO SOCIOECONÓMICO	112
3.8.	Calificación del grupo de expertos en los tres entornos	113
3.8.1.	Modelo Matemático	116
3.8.1.1	<i>Modelo estadístico</i>	116
3.8.1.2	<i>Calculo del CHI Cuadrado de los estudiantes</i>	117
3.8.2.	Riesgo total en los 16 Escenarios de Accidente	120

CAPÍTULO IV

4.	DESARROLLO DEL PLAN DE MEDIDAS	121
4.1	Plan de medidas de minimización de riesgos ambientales en los 12 escenarios ..	121
4.1.1.	Objetivos	121
4.1.2.	Introducción	121

4.1.2.1	<i>Agentes potencialmente contaminantes causantes de daños ambientales</i>	122
4.1.2.2	<i>Control de procesos, eficiencia, y prevención de la contaminación.....</i>	123
4.1.2.3	<i>Escenario accidental (EA1): Acidificación del licor mezclado (agua residual).....</i>	124
4.1.2.4	<i>Escenario accidental (EA2): Ingreso de alto contenido de aceite al tratamiento ...</i>	125
4.1.2.5	<i>Escenario accidental (EA3): Rotura de la tubería.....</i>	127
4.1.2.6	<i>Escenario accidental (EA4): Filtración de sustancias contaminantes</i>	128
4.1.2.7	<i>Escenario accidental (EA5): Dersborde del efluente de las lagunas.....</i>	128
4.1.2.8	<i>Escenario accidental (EA6): Perdida de la capacidad de almacenamiento.....</i>	130
4.1.2.9	<i>Escenario accidental (EA7): Emisión de gases</i>	130
4.1.2.10	<i>Escenario accidental (EA8): Proliferación de vectores.....</i>	131
4.1.2.11	Escenario accidental (EA9): Disminución del caudal del río.....	132
4.1.2.12	Escenario accidental (EA10): Contaminación por aplicación de herbicidas.....	132
4.1.2.13	<i>Escenario accidental (EA11): Descarga con indicadores fuera de norma.....</i>	133
4.1.2.14	<i>Escenario accidental (EA12): Presencia de metales pesados en lagunas (Cu).....</i>	134
4.2.	Plan de medidas de minimización de riesgos ambientales en los 4 escenarios ...	137
4.2.1.	Objetivos	137
4.2.2.	Introducción	137
4.2.2.1	<i>Escenario accidental (A13): Aplicación de agroquímicos Perdida potencial.....</i>	138
4.2.2.2	<i>Escenario accidental (A14): Desaparición de cobertura vegetal nativa.....</i>	139
4.2.2.3	<i>Escenario accidental (A15): Problema fitosanitario - Afectación plantaciones</i>	140
4.2.2.4	<i>Escenario accidental (EA16): Baja en el precio del aceite de palma.....</i>	141
	CONCLUSIONES	143
	RECOMENDACIONES	144
	BIBLIOGRAFIA	145
	ANEXOS	149

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Datos Generales de la Palma Aceitera.....	5
Tabla 2-3:	Coordenadas de localización de la Extractora PEXA S.A.....	34
Tabla 3-3:	Coordenadas de Ubicación de los equipos de la Extractora	34
Tabla 4-3:	Heliofanía, Temperatura y Humedad de la Zona de Estudio.....	37
Tabla 5-3:	Punto de Rocío, Tensión de vapor y Precipitación de la Zona de Estudio	37
Tabla 6-3:	Evaporación, Velocidad y Frecuencia del Viento de la Zona de Estudio.....	37
Tabla 7-3:	Lista de especies vegetales observadas en el AI de PEXA S.A.....	46
Tabla 8-3:	Especies de aves registradas en el AI de la Extractora PEXA S.A.	48
Tabla 9-3:	Mamíferos registrados en el AI de la Extractora PEXA S.A.....	48
Tabla 10-3:	Reptiles y Anfibios registrados en el AI de la Extractora PEXA S.A.	49
Tabla 11-3:	Peces y moluscos registrados en el AI de la Extractora PEXA S.A.	49
Tabla 12-3:	Sexo y Edad de los habitantes de La Concordia.....	50
Tabla 13-3:	Población por Zonas en La Concordia.....	50
Tabla 14-3:	Tipos de Vivienda encontrados en La Concordia.....	51
Tabla 15-3:	Origen del agua utilizada en La Concordia.	52
Tabla 16-3:	Procedencia de la energía eléctrica en La Concordia.	52
Tabla 17-3:	Recepción de fruta	56
Tabla 18-3:	Recepción de fruta	56
Tabla 19-3:	Esterilización	57
Tabla 20-3:	Esterilización	57
Tabla 21-3:	Desfrutación.....	59
Tabla 22-3:	Digestión.....	60
Tabla 23-3:	Prensado	61
Tabla 24-3:	Clarificación	62
Tabla 25-3:	Descripción, características, cuantificación y destino de residuos	64
Tabla 26-3:	Rendimientos medios de depuración obtenidos en las lagunas anaerobias.	72
Tabla 27-3:	Análisis “Que pasa si”	80
Tabla 28-3:	Acidificación del licor mezclado (agua residual)	88
Tabla 29-3:	Ingreso de alto contenido de aceite al sistema de tratamiento	88
Tabla 30-3:	Rotura de la tubería.....	89
Tabla 31-3:	Filtración de sustancias contaminantes.....	90
Tabla 32-3:	Dersborde del efluente de las lagunas	91
Tabla 33-3:	Perdida de la capacidad de almacenamiento-Colmatación de lodos	92

Tabla 34-3:	Emisión de gases	93
Tabla 35-3:	Proliferación de vectores	94
Tabla 36-3:	Disminución del caudal del río.....	95
Tabla 37-3:	Contaminación por aplicación de herbicidas	96
Tabla 38-3:	Descarga del efluente con indicadores fuera de norma	96
Tabla 39-3:	Presencia de metales pesados dentro de las lagunas (Cu)	98
Tabla 40-3:	Aplicación de agroquímicos	100
Tabla 41-3:	Desaparición de cobertura vegetal nativa	102
Tabla 42-3:	Problema fitosanitario.....	103
Tabla 43-3:	Baja en el precio del aceite de palma.....	104
Tabla 44-3:	Rangos de estimación probabilística	109
Tabla 45-3:	Estimación de la probabilidad para cada escenario	109
Tabla 46-3:	Estimación de la gravedad de las consecuencias	110
Tabla 47-3:	Rangos de los límites en el entorno natural	111
Tabla 48-3:	Rangos de los límites en el entorno humano	112
Tabla 49-3:	Rangos de los límites en el entorno socioeconómico	112
Tabla 50-3:	Calificación Experto 1	113
Tabla 51-3:	Calificación Experto 2	113
Tabla 52-3:	Calificación Experto 3	114
Tabla 53-3:	Calificación Experto 4	114
Tabla 54-3:	Calificación Experto 5	115
Tabla 55-3:	Calificación Experto 6	115
Tabla 56-3:	Frecuencias observadas	117
Tabla 57-3:	Frecuencias esperadas.....	117
Tabla 58-3:	<i>Calculo de X2</i>	118
Tabla 59-3:	Calificación total del riesgo en los tres entornos.....	120

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Producción consumo y excedentes de aceite de palma	6
Figura 2-1:	Zonificación agroecológica para el cultivo de palma aceitera	8
Figura 3-3:	Proceso de Extracción del Aceite Rojo de Palma Africana	9
Figura 4-3:	Ubicación de la Extractora de Aceite de Palma PEXA S.A.....	33
Figura 5-3:	Tipo de Clima en el área de la Extractora PEXA S.A.....	39
Figura 6-3:	A) Distribuciones temporales de Precipitación de la zona de estudio.....	40
Figura 7-3:	B) Distribuciones temporales de Temperatura de la zona de estudio.....	40
Figura 8-3:	Geomorfología circundante de la Extractora PEXA S.A.	41
Figura 9-3:	Columna estratigráfica del AI de la Extractora	43
Figura 10-3:	Hidrografía predominante de la Extractora PEXA S.A.....	44
Figura 11-3:	Uso del Suelo en las inmediaciones de la Extractora PEXA S.A.	44
Figura 12-3:	Esquema Laguna Anaerobia.....	68
Figura 13-3:	Esquema Laguna Facultativa.....	75
Figura 14-3:	Esquema Laguna Facultativa.....	75
Figura 16-3:	Estabilización de la materia orgánica.....	77
Figura 17-3:	Esquema 1 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación	83
Figura 18-3:	Esquema 2 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación	84
Figura 19-3:	Esquema 3 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación	85
Figura 20-3:	Esquema 4 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación	86
Figura 21-3:	Esquema 5 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación	87
Figura 22-3:	Grafico Determinación de Chi Tabular vr Chi Calculado.....	119
Figura 23-3:	Sistema de vibración mecánica horizontal a nivel de laboratorio.	127
Figura 24-4:	Rediseño de la piscina de oxidación de PEXA S.A	129

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1-3:	Planta de Energía	54
Fotografía 2-3:	Fibra	55
Fotografía 3-3:	Patio de recepción fruta.....	56
Fotografía 4-3:	Esterilizador Horizontal	56
Fotografía 5-3:	Tambor de Desfrutación.....	56
Fotografía 6-3:	Bajante del digestor a la prensa.....	60
Fotografía 7-3:	Prensas	61
Fotografía 8-3:	Clarificador Estático	62
Fotografía 9-3:	Clarificador Dinámico.....	62
Fotografía 10-3:	Laguna colmatada año 2015.....	67
Fotografía 11-3:	Laguna de Retención 2015.....	68
Fotografía 12-3:	Laguna 1 anaerobia 2009	73
Fotografía 13-3:	Laguna 2 anaerobia 2009	73
Fotografía 14-3:	Laguna 1 anaerobia 2015	73
Fotografía 15-3:	Laguna 2 anaerobia 2015	73
Fotografía 16-3:	Laguna 3 anaerobia 2015	73
Fotografía 17-3:	Laguna facultativa 2015.....	76
Fotografía 18-3:	Laguna Facultativa 2009.....	76
Fotografía 19-3:	Laguna aerobia 2015	79
Fotografía 20-3:	Laguna aerobia 2009.....	79
Fotografía 21-3:	Laguna de Retención.....	88
Fotografía 22-3:	Florentinos	89
Fotografía 23-3:	Rotura en tubería.....	90
Fotografía 24-3:	Emisión de gases laguna anaerobia.....	94
Fotografía 25-3:	Vectores Laguna Anaerobia.....	95
Fotografía 26-3:	Maleza Laguna Anaerobia	96
Fotografía 27-3:	Descarga Río Cocola.....	97

RESUMEN

Se realizó la evaluación y propuesta de gestión del riesgo ambiental generado en los efluentes por la extracción del aceite rojo de palma africana en la Extractora PEXA mediante la Norma UNE 150008: 2008. La ubicación estratégica de la Extractora para tomar los recursos naturales y disponer los residuos líquidos en los receptores más cercanos suponen la presencia de un número probable de peligros potenciales. El levantamiento de la información inicial contempló la descripción de cada proceso rutinario en la extractora y en las lagunas de oxidación, y el conocimiento de controles en las áreas de trabajo. Para la identificación de los peligros ambientales se discernió los problemas de cómo y porque los eventos peligrosos suceden y pueden causar daño a los blancos vulnerables expuestos y sus posibles consecuencias en los entornos humano, ecológico y socioeconómico en caso de una supuesta ocurrencia de un escenario de riesgo. Expertos en el tema calificaron 16 escenarios de riesgo (12 escenarios endógenos y 4 exógenos) que se jerarquizaron para la evaluación del riesgo ambiental estableciendo índices de probabilidad y de gravedad en los peligros identificados. Los resultados obtenidos determinaron acciones correctivas oportunas para la acidificación del licor mezclado (14,8); Filtración de sustancias contaminantes (14,2); Contaminación por Emisión de gases (14,9); Pérdida de la capacidad de almacenamiento (11,2); Descarga del efluente con indicadores fuera de norma (11,5). Se concluye que el riesgo es moderado por encontrarse en el rango de 6 a 15 establecido por la Norma. Se recomienda realizar la evaluación de riesgos ambientales continuos especialmente cuando los equipos, maquinarias o el personal ha sido renovado considerando que los niveles altos o bajos de riesgo deben ser tratados con la misma prioridad para proveer un ambiente seguro.

Palabras clave: <EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES> <ESCENARIOS DE ACCIDENTE> <LAGUNA DE OXIDACIÓN> <PALMA AFRICANA [*Elaeis guineensis*]> <PELIGRO AMBIENTAL> <RESIDUO LÍQUIDO> <ENTORNO ECOLÓGICO> <ANÁLISIS DEL RIESGO> <RIESGO TOLERABLE>

SUMMARY

An assessment and management proposal of environmental risk generated in the effluents for African red oil in extraction plant were carried out considering the Norm UNE 150008:2008. The strategical location of the extraction plant for taking natural resources and liquid waste in the closest receivers will probably have many potential dangers. Collecting initial information included description of every single daily process in the extraction plant and in lagoon of oxidation, and knowledge of controls in the working areas. How and why dangerous problems happened, and how they may affect vulnerable targets were discerned, as well as possible consequences in the human, ecological, and socio-economics environment whether risk scenery appeared. Experts in the theme assessed 16 risk sceneries which were hierarchized for assessment of environmental risk establishing probability and severity rates in identified dangers. The obtained results determined timely appropriate actions for acidification of mixed liquor (14,8); filtration of toxic substances (14,2); pollution gas emissions (14,9); lost storage capacity (11,2); discharge of effluent with indicators over the norm (11,5). It was concluded that the risk is moderated because it is rated from 6 to 15 established by norm. It is recommended to assess continuous environmental risk, especially when equipment, machines, or staff have been renovated considering the low and high risk levels must be treated immediately to generate a safe environment.

Keywords: <ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISK> <ACCIDENT SCENERIES>
<OXIDATION LAGOON> <AFRICAN PALM [*Elaeis Guineensis*]> < ENVIRONMENTAL
DANGER> < LIQUID WASTE> <ECOLOGICAL ENVIRONMENT> <RISK ANALYSIS>
<TOLERABLE RISK>



INTRODUCCIÓN

El crecimiento mundial de la producción de aceite rojo de palma africana se ha extendido en todas las regiones tropicales, su alta demanda proviene de los beneficios que representan su consumo en la salud. Además, presenta un alto rendimiento por hectárea, bajos costes de producción acompañado de sus múltiples usos a nivel industrial la posicionan como la principal fuente de aceite vegetal.

La variedad geográfica de nuestro país permite la adaptación y producción de plantaciones de palma africana; gradualmente su industrialización satisface la producción nacional permitiendo el excedente exportar a otros países.

En los últimos años el sector agroindustrial del aceite de palma en el país ha experimentado un desarrollo, tanto en el número de extractoras como en grandes extensiones de terreno para disponer las aguas residuales a un tratamiento mediante lagunas; estas actividades generan cierta incertidumbre de producir daños al ambiente, por la tensión enorme a la que son sometidos los ecosistemas de agua dulce, la gestión de este recurso en diferentes lugares es de forma insostenible haciendo cada vez más escasa su extracción.

Su alta demanda ha inducido a la pérdida de valiosos recursos naturales. Los deficientes tratamientos en los efluentes impiden la reutilización del mismo, el agua superficial se vuelve escasa especialmente en la temporada seca, acelerando el colapso de los ecosistemas de agua dulce y la calidad del agua para uso potable; situando al entorno ecológico como una riqueza aún no totalmente bien conocida que evidencia un deterioro a paso rápido por la ampliación de la actividad agroindustrial en la zona.

Esta situación ha determinado la necesidad de incorporar la variable ambiental y los criterios ecológicos dentro de las políticas orientadas hacia la planificación y el desarrollo sustentable de las actividades agroindustriales, con el fin de hacer compatibles la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales con el desarrollo social y económico.

Para determinar los niveles de riesgo ambiental y estimar los posibles daños ambientales que representa el actual sistema de tratamiento hacia los blancos vulnerables expuestos, se tomó como herramienta de apoyo la norma UNE 150008: 2008 Análisis y evaluación del riesgo ambiental, que es un estándar aplicable cuyo propósito es sentar las bases de un método y un vocabulario homogéneo para los distintos implicados en el proceso de evaluación y tratamiento del riesgo

ambiental, a través de la identificación de peligros ambientales derivados de las actividades que se llevan a cabo en la Extractora PEXA S.A

Proporcionando elementos de juicio que orienten a los agentes implicados en la toma de decisiones. Además, aporta información basada en la evidencia y en el análisis cuyos procesos complejos se abordan a través de metodologías que permiten estimar el riesgo ambiental a partir de la determinación de causas y posibles consecuencias, apoyadas por un sistema de matrices que permiten calificar el riesgo en los entornos humano, ecológico y socioeconómico.

El tratamiento más utilizado en los efluentes de plantas extractoras consiste en una serie de lagunas, que supone posibles peligros ambientales e inconvenientes por falta de normas técnicas en el diseño y construcción; con respecto a la operación del sistema de tratamiento no se dispone de operadores especializados en el manejo adecuado de las lagunas de oxidación siendo un representativo a nivel nacional del déficit después de su diseño; a pesar de lo mencionado cuentan la mayoría de las extractoras con licencias ambientales que son otorgadas por el Ministerio de Ambiente; empezando a manifestarse las primeras inconformidades entre los pobladores.

En el Ecuador se han realizado investigaciones como la utilización de los fangos de las piscinas como bioabono (Veloz 1998) y Estudios de Impacto Ambiental Ex Post de una forma cualitativa ya que se encuentra esta industria calificada en la categoría IV por el Ministerio del Ambiente, hasta la actualidad no se han realizado ninguna investigación de Evaluación de Riesgos Ambientales.

El efluente producto de la extracción del aceite rojo de palma genera grandes cantidades de caudal dependiendo de la amplitud en el diseño, de los sistemas de proceso y el control de los mismos, del mantenimiento de los equipos, cuidados y limpieza de la planta. Generalmente son líquidos aceitosos con alta carga orgánica y partículas sólidas totalmente degradable su descomposición natural en el sistema de lagunas por procesos anaerobios y aerobios los transforman y terminan usualmente en el aire, en una forma más dañina como CO₂, CH₄ los principales gases de efecto invernadero.

Los beneficios procedentes del estudio son proponer acciones de prevención oportunas ante alguna amenaza que comprometa la calidad del medio ambiente incluido los seres humanos.

JUSTIFICACIÓN

El agua es la más abundante e importante sustancia que el hombre utiliza, debido a las enormes cantidades que se requieren para las distintas aplicaciones que se le dan, siendo la actividad industrial la mayor consumidora de este recurso natural, fácilmente desechado a través de tratamientos deficientes, haciendo que los ecosistemas de agua dulce se colapsen; así lo aseguran los expertos del Comité Científico para los Problemas del Medio Ambiente (SCOPE) en su Programa Internacional de Ciencias de la Biodiversidad; manifiestan que la tasa de extinción de las especies de agua dulce es entre cuatro y seis veces superior a la de sus familiares terrestres y marinos.

Este episodio se repite continuamente, la demanda de aceite rojo ha crecido y con ello la expansión de extractoras de aceite en lugares estratégicos que permitan aprovechar los recursos naturales generalmente de áreas sensibles; cerca de la comunidad o en estratos geológicos permeables con agua subterránea; nuestro entorno se vuelve complejo y cambiante con la probabilidad que se hayan producido o se puedan producir escenarios de contaminación por la falta de mantenimiento en el sistema de tratamiento por lagunas de oxidación.

Tomando en cuenta la capacidad de afectación de los efluentes de la planta industrial hacia los factores ambientales, es necesario determinar los niveles de riesgo ambiental y proporcionar los elementos de juicio que orienten a los distintos implicados en la toma de decisiones con respecto a los posibles daños ambientales que pudieran generarse con sus posibles consecuencias para gestionarlos de forma adecuada y oportuna.

La evaluación del riesgo ambiental mediante la Norma Internacional UNE 150008: 2008 se aplica a emplazamientos concretos o actividades con múltiples centros, siempre y cuando entre éstos exista un nexo evidente desde el punto de vista de su organización, objeto y unidad de negocio tanto en las fases de diseño, operación o abandono. La ERA realiza un diagnóstico de las fuentes potenciales de peligro, discierne el problema o situación emergente, identifica los sucesos iniciadores, analizando las medidas que pueden adoptarse para prevenir o mitigar los efectos en los entornos humano, ecológico y socioeconómico; finalizan con la estimación de los niveles de riesgo para la toma de decisiones estratégicas.

Es preciso aclarar que los criterios sobre los que se decide la tolerabilidad del riesgo no son solamente los relacionados con los límites legales, también hay que tomar en cuenta los

relacionados con la combinación de componentes políticos, económicos, sociales, tecnológicos, científicos, culturales y éticos.

Esta guía será un instrumento de orientación para los ministerios, municipios, inversionistas, gerentes, empleados, clientes, consumidores verdes y pobladores que intervienen directa o indirectamente en la extracción del aceite de palma; para uniformizar lineamientos y criterios para la estimación del riesgo en diversos escenarios de interés y enfrentar con soluciones innovadoras los problemas ambientales que los efluentes generan en el presente y posiblemente en el futuro.

La investigación es viable, pues se dispone de los recursos necesarios para llevarla a cabo, esto permitirá una eficiente y eficaz evaluación y al término se tenga óptimos resultados que se traduzcan en oportunas y correctas decisiones, que otorgará ventajas competitivas a las extractoras por demostrar un comportamiento ambiental adecuado.

OBJETIVOS

General:

- Evaluar los riesgos ambientales generados por los efluentes en el proceso de extracción del aceite rojo de palma africana del Cantón La Concordia, mediante la Norma UNE 150008:2008.

Específicos:

- Identificar las fuentes de peligro potenciales de causar daños al medio ambiente.
- Proponer la ruta de exposición que siguen los contaminantes a través del proceso de extracción del aceite rojo palma africana hacia los factores ambientales expuestos.
- Analizar los riesgos en los efluentes en base a los criterios humano, ecológico y socioeconómico.
- Plantear medidas de reducción y control de los riesgos ambientales a un nivel aceptable en los efluentes.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. La Palma Africana

La palma es un cultivo perenne, utilizado para la obtención de aceite. Se demora de 2 a 3 años en empezar a producir frutos, rinde la mayor cantidad de aceite por unidad de superficie de cultivo y su vida productiva puede durar más de 50 años; la altura dificulta su cosecha a partir de los 25 años. Las principales enfermedades registradas en regiones tropicales de América Latina son: Pudrición del Cogollo, Marchites y Anillo Rojo la aparición de plagas se manifiestan al no cumplir con sus requerimientos ecológicos esenciales. (SAENZ, 2006)

A la edad de cinco años, se espera que una palma produzca catorce racimos por año, con un peso promedio de 7 kg/racimo y a los ocho años se estima que el peso sea de 22 kg/racimo. (Fedepalma, 2012)

Tabla 1-1: Datos Generales de la Palma Aceitera

Nombre Científico:	<i>Elaeis guineensis</i>
Variedad:	Tenera
Producción de hojas:	24- 30 / palma
Producción de racimos:	12 / año / palma
Peso del racimo:	20 - 30 kg
Peso del fruto:	10 gramos
Semilla (nuez) fruto:	5 - 8 % (1 - 1.6 ton / ha)
Aceite de almendra:	0.50 ton / ha
Torta de almendra:	0.45 ton. / ha
Producción de cáscaras (de semilla):	5 %
Pericarpio / fruto:	85 - 92 %
Aceite / racimo:	20 - 25 %
Producción de aceite:	5 - 8 ton /ha / año
Producción de fibras / racimo:	13 %
Producción de raquis / racimo:	22 %

Fuente: Sula,2009. (Manual Técnico de Palma Africana)

1.1.1. Utilización en la Alimentación y en la Industria

Del fruto de palma se aprovecha el aceite de la pulpa y de la almendra, una vez transformados el 90% es destinado a la industria alimentaria para la elaboración de margarinas, aceites de cocina, platos precocidos, pastelería, heladería entre otros, solo el 10% se utiliza en la industria de cosméticos para la elaboración de jabón, crema y más, en la industria química como ingrediente en la fabricación de pinturas, barnices, ésteres de metilo, surfactantes, detergentes, etc.

Goza de una alta demanda nacional e internacional por las bondades nutricionales que brinda este aceite; se ha convertido en la última década en la principal fuente de aceite vegetal de todo el mundo por su rendimiento de cuatro toneladas por hectárea al año en comparación con otras oleaginosas esta perspectiva ha llevado al desarrollo de herramientas biotecnológicas para solucionar los factores que limitan la producción en esta línea Ecuador busca consolidarse entre los productores de mayor exportación en el mundo. (Fedapal, 2013)

A partir del año 2004, la industria de aceite de palma en el Ecuador cubre el 100% de la demanda local y empieza a tener excedentes en su producción, los mismos que desde esa época se exportan a diferentes destinos en Latinoamérica y Europa, generando así importantes ingresos de divisas para el país. La palma africana se integra en la lista de los productos de interés agrícola del país por su rendimiento y adaptación a distintas latitudes en nuestra geografía, busca consolidarse entre los productos de mayor exportación del país y del mundo generando ingresos y empleo.

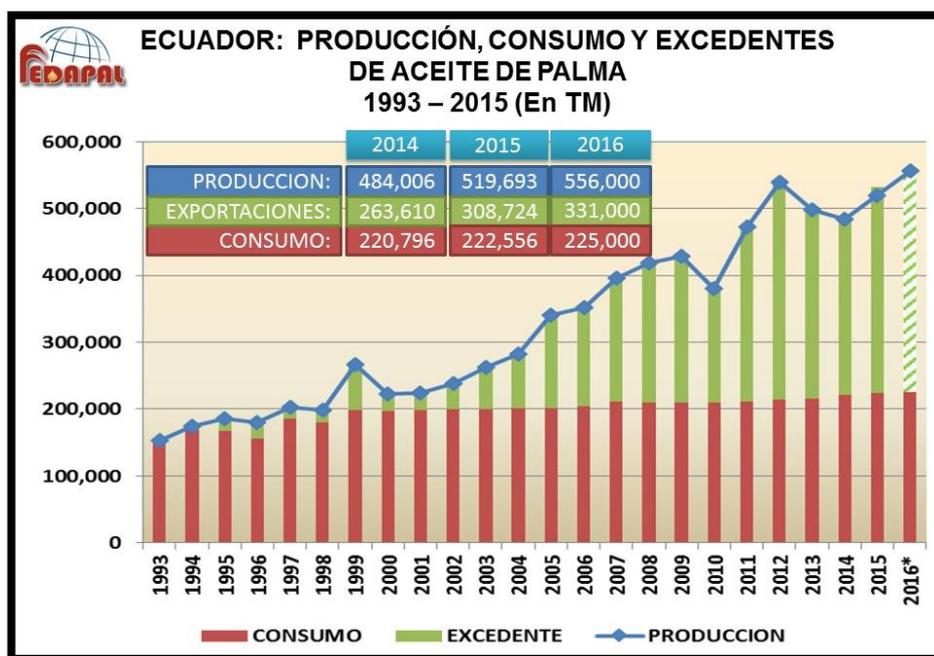


Figura 1-1: Producción consumo y excedentes de aceite de palma
Fuente: Fedapal

1.1.2. Agrocombustibles

Con el propósito de incentivar la producción y el consumo de biodiesel en el país se emite el Decreto Ejecutivo 1303 que establece la producción y comercialización de biodiesel a partir de productos agrícolas, la palma se convierte en el actor principal en busca de darle un nuevo uso a la plantación y promover nuevas oportunidades en el sector palmero y extractivo. A partir del mes de mayo del 2013 se exige una mezcla obligatoria inicial del 5% de biodiesel en el combustible diésel. En la producción de agrodiesel una tonelada de aceite es equivalente a 0,9 tonelada de diésel. (ANCUPA, 2012).

Existen evidencias de la hipotética reducción en la emisión de CO₂ por el uso de agrocombustibles derivados de aceite de palma, este panorama se ve anulado por los gases de efecto invernadero generados por su producción industrial, con cambios de uso de suelo, pesticidas, fertilizantes y transporte; Según el informe “Biocombustibles en el Contexto Europeo”, del Joint Research Center de la Comisión Europea.

1.2. Zonas de Producción

A nivel nacional la palma aceitera crece a mayor velocidad, con un incremento promedio anual de 7% en la última década; cuya superficie cultivada para el 2011 fue de 244 000 ha con una producción de 472 988 toneladas, mientras que el 2012 la producción fue de 506 097 toneladas y para el 2013 produjo, 509 mil toneladas de aceite de palma de las cuales cerca de 216 151 toneladas son exportables (25% de este volumen se exporta con valor agregado), alcanzando las 280000 hectáreas cultivadas pertenecientes a aproximadamente 7 000 palmicultores. (ANCUPA 2013)

La palma aceitera está generando alrededor de 50 mil empleos directos y otros 50 mil indirectos. Sin embargo, usando datos de ANCUPA estima que para 2020 consumirá alrededor de 280 mil toneladas de aceite crudo y exportará 388 mil toneladas es decir que para el 2020 la producción será de unas 870 mil toneladas. (Naranjo, 2013) y se prevé aumentar en los próximos años.

Ecuador consta con 42 plantas extractoras de aceite, ubicadas especialmente en las provincias de Santo Domingo, Esmeraldas, los Ríos; la producción de aceite de palma ha crecido convirtiéndose en el segundo cultivo perenne más extenso, actualmente es un sector importante en la economía del país. (ANCUPA, 2013)

Se publica el viernes 6 de septiembre de 2013 el Mapa de Zonificación Agroecológica para el Cultivo de Palma, en el suplemento del Registro Oficial Año I – N° 75, donde se determina las áreas o zonas viables para el cultivo; también se identifica una superficie total de 332.775 ha agroecológicamente aptas para el cultivo.

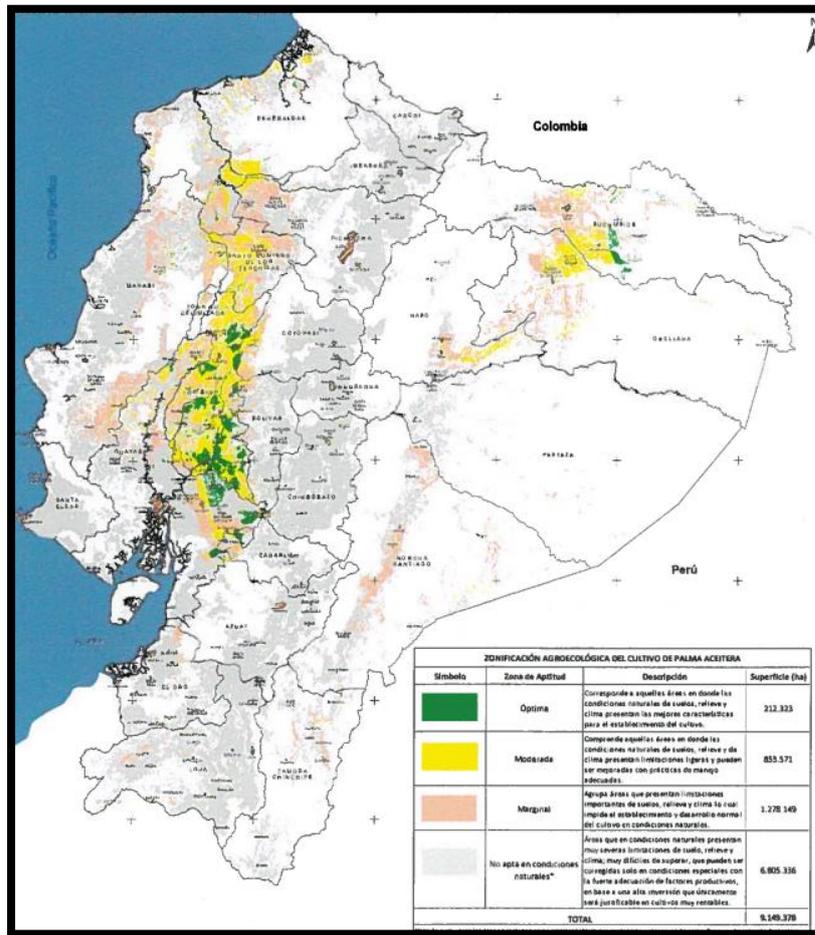
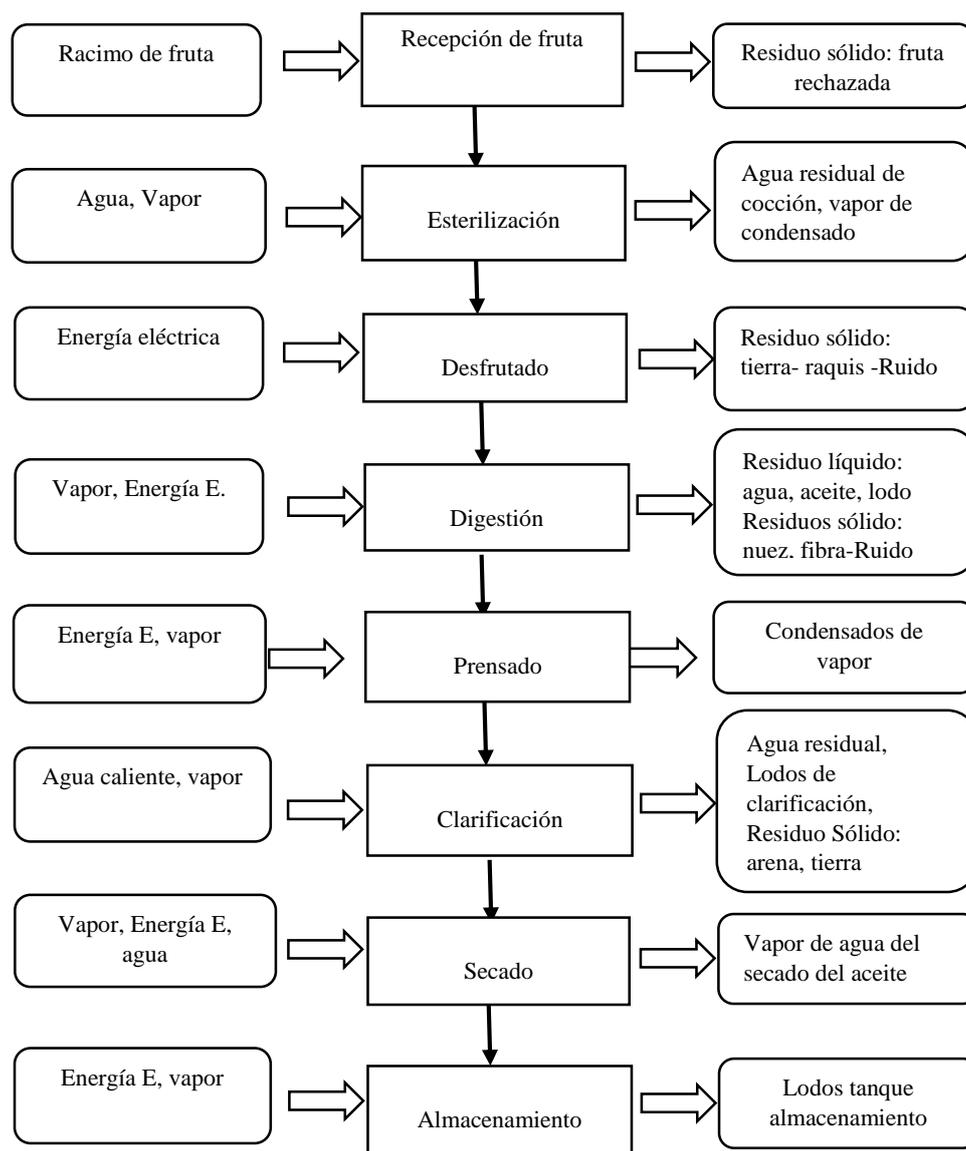


Figura 2-1: Zonificación agroecológica para el cultivo de palma aceitera
Fuente: Ministerio del Ambiente

1.3. Proceso Productivo de Obtención del Aceite Rojo de Palma Africana

El aceite rojo de palma necesita considerables cantidades de agua para extraer de la porción pulposa de la fruta el aceite mediante operaciones netamente físicos: mediante la esterilización a vapor se afloja la fruta de los racimos. Luego los separadores dividen los frutos y los racimos vacíos de la fruta que la transportará a los digestores, donde se la calienta para convertirla en pulpa. El aceite libre se drena de la pulpa digerida y luego ésta se exprime y se centrifuga para extraer el aceite crudo restante. Es necesario filtrar y clarificar el líquido para obtener el aceite purificado que finalmente será almacenado temporalmente en tanques de 500 toneladas.

Figura 3-3: Proceso de Extracción del Aceite Rojo de Palma Africana



Realizado por: Karina Alarcón

1.3.1. Subproductos del Proceso de Obtención del Aceite Rojo de Palma

Del proceso de extracción del aceite rojo de palma se obtiene la mayor cantidad de biomasa su composición rica en materia orgánica permite su total transformación para utilizarlo principalmente como abono natural y comida de animales, los subproductos que se generan del proceso de extracción son los siguientes:

Racimos: una vez retirados los frutos se llama tusa o raquis, este pasa a través de unas bandas hacia el camión que los transporta al campo para ser transformado y aprovechar sus nutrientes en el suelo o como sustrato para producir hongos o fibra de baja densidad.

Fibra: la fibra que se separa de la nuez en el proceso de prensado del mesocarpio, contiene 2,500 kilocalorías por kilogramo. Se usa como combustible en los calderos, para producir vapor y operar parte de la planta.

Semilla o palmiste: es un subproducto que contiene una almendra rica en aceite, es trasladada hacia otra empresa especializada en el proceso de obtención de su aceite.

Lodos: se producen efluentes, aguas y lodos residuales, los cuales pueden contaminar el ambiente, si no se les da el tratamiento adecuado. Éstos provienen de la condensación del vapor, escurrimientos, lavado de equipos, evaporación, sedimentación y filtrado.

1.4. Sistema de Tratamiento biológico del Efluente por Lagunas Estabilización

El tratamiento más frecuente consiste en una serie de lagunas siendo las anaerobias las más importantes donde la materia orgánica se descompone en forma natural para generar metano las siguientes lagunas permiten la oxigenación y la preparan para su descarga.

El proceso de extracción de aceite utiliza agua y vapor de agua que sumados a la humedad e impurezas de la fruta obtenidas en la purificación del aceite forman las aguas de desecho conocidos como efluentes. El volumen de efluentes que se genere en una planta depende de la amplitud en el diseño de los sistemas de proceso y en el control de los mismos, del mantenimiento de los equipos, cuidado y limpieza de la planta.

Estos efluentes pueden ir en un rango de 0,8 a 1 metro cúbico de efluente por cada tonelada de racimos de fruto fresco (RFF) procesado, tienen una alta concentración en: DQO: de 30000 a 60000 mg/L; DBO₅: de 20000 a 30000 mg/L; Sólidos Suspendidos: de 20000 a 30000 mg/L; Aceites: +/- 5000 mg/L; además son ácidas con pH: de 3.5 a 4.5. (Cenipalma, 2012)

Los tratamientos biológicos requieren amplias extensiones de terreno y utilizan microorganismos autóctonos para eliminar la materia orgánica como bacterias, hongos, protozoos y algas microscópicas su crecimiento es lento y su rendimiento dependerá del mantenimiento continuo del sistema, requieren de tiempos prolongados de retención y de un operario capacitado para vigilar el correcto funcionamiento del sistema.

Las complicaciones en el tratamiento de los efluentes están relacionadas con su bajo pH, las elevadas temperaturas, generalmente el mayor problema es la alta cantidad de aceite en el agua por su difícil degradación y la acumulación de lodos en el fondo de las lagunas.

Este sistema de lagunas tiene estructuras simples para embalsar aguas aceitosas, excavadas en tierra con una profundidad de 2.5 a 5 metros, deben permitir el tiempo suficiente de retención que asegure la sedimentación de los sólidos, la capacidad suficiente para almacenar los lodos producidos y poca profundidad para evitar malos olores por la descomposición anaeróbica de los contaminantes orgánicos.

1.4.1. Balance hídrico en las lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización son diseñadas para que en cualquier condición climática el balance hídrico sea positivo. El nivel del líquido en las lagunas debe ser de tal magnitud que siempre se produzca la descarga del líquido efluente. Una disminución de la altura del líquido puede provocar problemas operativos con la aparición de olores, y favorecer el crecimiento de macrófitas sobre los taludes o en el fondo, facilitando la infiltración.

$$\text{Salida} = \text{Afluente} - (\text{Infiltración} + \text{Evaporación})$$

Para que se produzca la descarga del efluente, las pérdidas de líquido por infiltración y evaporación deberán ser menor que el volumen ingresado con el afluente. Por lo tanto, la única manera de asegurar un balance hídrico positivo será controlando estas dos variables.

Infiltración: la variable que permite controlar la infiltración es la permeabilidad del suelo. La compactación del terreno es el método más adecuado. Si las características del suelo no permiten asegurar una adecuada impermeabilización por compactación, debe emplearse alguna otra técnica como es la aplicación de una capa de suelo arcilloso compactado, o una geomembrana, en suelos permeables se recomienda el empleo de cemento.

Evaporación: los factores que afectan a la evaporación del agua en estanques de poca profundidad son: temperatura del ambiente, velocidad del viento, humedad ambiente, presión atmosférica, salinidad del agua, y el área y forma del estanque que contiene agua.

El sistema de lagunas depende principalmente de las condiciones climáticas prevalecientes en el lugar, prácticamente no existe forma de controlarla operativamente una vez que éstas están construidas. Por lo tanto, su eventual control deberá preverse durante la etapa de proyecto, por ejemplo, mediante un aumento de la profundidad de las lagunas y disminuyendo la superficie de las mismas.

1.4.2. *Laguna de Enfriamiento y Retención*

Las poblaciones de microorganismos presentes requieren temperaturas menores a 37 °C para su óptimo funcionamiento. El tiempo de retención hidráulica varía de 2 a 3 días, durante este tiempo la laguna cumple con la función de darle al flujo de líquido menores fluctuaciones comparativamente con una descarga directa y se reduce la temperatura. Si el tratamiento preliminar en los tanques florentinos se maneja de forma técnica y adecuada es posible la recuperación del aceite ácido de la laguna de retención para venderlo como materia prima para la jabonería.

1.4.3. *Lagunas Anaerobias*

La digestión anaerobia se realiza en dos etapas: una de formación de ácidos a partir de la materia orgánica y otra de formación de metano a expensas de los productos obtenidos en la primera fase.

El tratamiento anaerobio es el proceso biológico de oxidación de la materia orgánica por la acción metabólica de bacterias anaerobias. La descomposición se realiza en dos etapas: inicialmente en la fermentación ácida; las moléculas orgánicas complejas como proteínas, grasas y carbohidratos son hidrolizados a ácidos orgánicos de cadena corta, amoníaco, alcoholes, hidrógeno y materia celular. Luego, un segundo grupo de microorganismos, en condiciones favorables de pH y temperatura transforman los ácidos orgánicos en metano, dióxido de carbono y materia celular, en esta etapa de fermentación metanogénica la remoción biológica anaerobia de DBO ocurre por la acción de bacterias metanogénicas como: *Metanosphaera*, *Stadtmanae*, *Metanopinillum*, *Metanogenium*, *Metanosarcina* y *Metanococcus*. (SORREQUIETA, 2004)

En aquellos casos, en los cuales la concentración de ácidos orgánicos, es tal que el pH es menor a 6.5, no es posible cumplir con la etapa metanogénica y en cambio se produce gran cantidad de ácido sulfhídrico, malos olores y deficiencia en el funcionamiento del sistema. Para que los microorganismos mantengan una actividad metabólica adecuada, el rango de pH óptimo se

encuentra entre 6.5 y 7.5. Si el sistema recibe la asistencia técnica correcta es necesario la recirculación del caudal final hacia la laguna anaerobia, por la naturaleza ácida del agua residual producto del proceso de extracción (pH alrededor de 4).

Las lagunas anaerobias se diseñan para tratar cargas orgánicas altas en ausencia de Oxígeno Disuelto y libre de sustancias inhibitoras como metales pesados y sulfuros; en el proceso de digestión ocurre lo siguiente:

- Los sólidos en suspensión se sedimentan por el considerable tiempo de retención hidráulica.
- Las materias flotantes (grasas, natas, espumas y sólidos ligeros) salen a la superficie, en exceso esta capa se compacta y se requiere de una pala para retirarla.
- Parte de la materia orgánica es digerida por acción de las bacterias anaerobias y ocurren fenómenos de descomposición.
- Se remueve teóricamente la mayoría del DBO₅, DQO y ST (entre 80 y 90 %) si se diseñan para una COV (carga orgánica volumétrica) de máximo 5 Kg de DQO / m³ x día considerando la permanencia de microorganismos jóvenes en todo el sistema.
- Periódicamente es necesaria la evacuación de lodos de estas lagunas para evitar que se colmaten de sólidos y salgan de servicio.

La digestión anaerobia del efluente en una planta extractora de aceite de palma genera inmensas cantidades de biogás; alrededor de 28 m³/t de efluentes tratadas. El biogás contiene alrededor de 65% de metano y 35% de dióxido de carbono y pequeñísimas cantidades de sulfuro de nitrógeno. (Fedepalma, 2000)

1.4.4. Emisión de Gases

La contaminación del medio receptor generada por los efluentes de la extractora reside en su contenido de carbono y de nutrientes. Estos elementos hacen parte del ciclo de la vida. No desaparecen, sino que se transforman y al removerlos del agua terminan usualmente en el aire, en una forma más dañina para el planeta que los efluentes mismos; en forma de dióxido de carbono o metano, los principales gases de efecto invernadero.

Como las leyes ambientales nacionales han sido básicamente enfocadas a la contaminación de las vertientes de agua, todas las extractoras de aceite de palma emiten en total legalidad estos gases

de efecto invernadero, a una tasa del orden de 0,2 T CO₂ equivalente por tonelada de fruta procesada. (BIOTEC, 2008)

1.4.5. *Laguna Facultativa*

El efluente de las lagunas anaerobias pasa a la laguna facultativa. La función principal de esta es la remoción de la carga orgánica que escapó al tratamiento en la laguna anaerobia. Las lagunas facultativas son un sistema de tratamiento biológico natural con una variedad de procesos involucrados, incluyendo oxidación, sedimentación, hidrólisis, fotosíntesis, nitrificación, digestión anaerobia, transferencia de oxígeno, etc.

Las lagunas se caracterizan por tener dos estratos diferentes. La capa superior que es aerobia y la del fondo que es anaerobia y además existe una capa intermedia de características facultativas (mixta).

La acción de la luz solar, el viento, la temperatura, el fenómeno de fotosíntesis y el crecimiento bacteriano son de mucha importancia para su buen funcionamiento. La digestión de la materia orgánica se produce principalmente por la acción combinada entre algas y bacterias. Hay un crecimiento de algas por acción de la fotosíntesis y la presencia de nutrientes. Las algas producen O₂ y aprovechan el CO₂ liberado por la actividad bacteriana. Las bacterias aprovechan el oxígeno y degradan la materia orgánica desdoblándola y como producto de su trabajo producen CO₂ que es aprovechado por las algas.

Las lagunas facultativas remueven teóricamente alrededor del 75 % del DQO que quedó después de las lagunas anaerobias y se diseñan para una COS (carga orgánica superficial) de 0.35 Kg de DQO / m² x día. (MENENDEZ, PÉREZ 2007, pp. 235-237)

Influencia de las variaciones climáticas:

Las variaciones en los parámetros climatológicos locales como la radiación solar, función de la latitud donde se sitúa la laguna, de la nubosidad, y el viento, por un lado, de la cota a la cual se sitúa la laguna y de la disponibilidad de CO₂ en la atmósfera, determinan la porción de la laguna que estará destinada a la producción de algas, y por lo tanto de oxígeno derivado de la fotosíntesis.

La parte superior de la laguna recibe oxígeno además de la reaireación a través de la interface aire líquido. Esta se verá favorecida en el caso que la zona tenga un régimen de vientos más o menos permanente. La variación de la cantidad de luz incidente produce cambios sustanciales en las condiciones de la laguna facultativa.

1.4.6. *Laguna Aerobia*

La laguna aerobia se caracteriza por su poca profundidad, entre 0.2 y 1 metro, con una producción máxima de algas y teóricamente toda la masa de agua está en condiciones aerobias. Su función fundamental es reducir la DBO₅ a los niveles mínimos y eliminar patógenos gracias a la radiación ultravioleta solar. Además, cumple otros propósitos como es la nitrificación, la clarificación y oxigenación del efluente para su posterior descarga.

El tiempo de retención, así como el número de lagunas, está condicionado por el grado de depuración bacteriana que se quiere alcanzar. La laguna debe proporcionar un periodo de retención de 7 a 10 días. (MENENDEZ, PÉREZ 2007, pp. 235-237)

Las lagunas se construyen en casos en que se requiera un alto grado de depuración, bien sea por los objetivos de calidad del medio receptor o reutilizar dentro de la misma empresa o para agua de regadío. (<http://www.conagua.gob.mx//Libros/DisenoDeLagunasDeEstabilizacion>)

Las ventajas de instalar lagunas aerobias son sus altos rendimientos en la disminución DBO₅, sólidos en suspensión, nutrientes y patógenos. Permite regular y almacenar agua que por sus características es sanitaria y agrícolamente apta para el riego, a partir de los 5 años de funcionamiento en adelante dependiendo del agua residual se retiraran los fangos producidos.

El principal inconveniente es la presencia en el efluente de sólidos en suspensión en forma de algas, la mayoría de casos son vertidos a ríos y esteros limitando su uso, la elevada temperatura del ambiente producen altas pérdidas de agua por evaporación. Las lagunas son muy sensibles a los cambios en los patrones climatológicos no se adaptan con facilidad a estas variaciones. (MENENDEZ, PÉREZ 2007, pp. 235-237)

1.5. Creación de la Norma UNE 150008:2008 (Evaluación del Riesgo Ambiental)

El accidente industrial suscitado el 10 de julio de 1976 en la ciudad de Seveso (Italia) conlleva a un enfoque distinto sobre la gestión de la seguridad industrial publicando en 1982 la Directiva 82/501/CEE, de 24 de junio, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales.

A partir de entonces, el concepto de riesgo se consideró un factor crítico en el diseño y operación de emplazamientos industriales. Tiempo después, en 1996, la Directiva 96/82/CE, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, más conocida como Seveso II, puso de manifiesto que el medio ambiente, en general, y los aspectos ambientales del riesgo, en particular, cobraban cada vez más relevancia.

En otro ámbito del Derecho Ambiental, el concepto de riesgo como un instrumento para la gestión ambiental también muestra su auge. En particular, en lo que se refiere al alcance que ciertos procedimientos administrativos otorgan a los estudios ambientales previos, como por ejemplo para la obtención de la autorización de instalaciones industriales.

La Directiva de Responsabilidad Ambiental (2004/35/CE) incorporada al ordenamiento jurídico español, mediante la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Ambiental, incluye el principio de “quien contamina paga y repara”. Es decir, que el causante del daño debe pagar las reparaciones de tales daños; estableciéndose así, la necesidad de cuantificar los riesgos ambientales y establecer explícitamente el concepto de riesgo.

Desde el área normativa, se han desarrollado también iniciativas nacionales que tratan el riesgo ambiental, como es la norma UNE 150008:2000 EX. Análisis y evaluación del riesgo medioambiental. Ésta fue una iniciativa pionera que sirvió como herramienta útil a las partes interesadas, pero a causa de los continuos cambios en el marco legislativo, se ha hecho conveniente su revisión, y ha surgido este nuevo estándar.

La norma UNE 150008:2008 pretende sentar las bases de un método y un vocabulario homogéneos para los distintos agentes implicados en el proceso de análisis, evaluación y tratamiento del riesgo ambiental.

Finalmente, el elemento mentor para la redacción de esta norma tiene su base en la finalidad última de la evaluación del riesgo ambiental de proporcionar elementos de juicio que orienten a los distintos agentes implicados en la toma de decisiones.

1.5.1. *Riesgo*

La palabra riesgo siempre ha estado asociada a peligro, es decir a cualquier propiedad, condición o circunstancia en que un elemento, producto, sustancia, instalación o proceso pueda ocasionar un daño directo a la cantidad y/o calidad de un recurso natural, ecosistema y paisaje, o un daño indirecto al ser humano o a los bienes materiales como consecuencia de los anteriores.

La Royal Society, en 1992, definió “riesgo” como “la combinación de la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de un peligro determinado con la magnitud de las consecuencias de ocurrencia de tal suceso”.

1.5.2. *Riesgo Ambiental*

Riesgo Ambiental se considera a toda aquella circunstancia o factor que conlleva la posibilidad de un daño para el ambiente.

La norma UNE 150008:2008 lo define concretamente como “el resultado de una función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un determinado escenario de accidente y las consecuencias negativas del mismo sobre el entorno natural, humano y socioeconómico”.

1.5.3. *Peligro*

Peligro es una situación, con posibilidad de causar daños a las personas, propiedad, medio ambiente o combinación de todos. Un peligro latente está asociado con un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o antrópico, que se puede presentar en un sitio, con una cierta intensidad y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, bienes o al medio ambiente. (BRACK, 2009)

1.5.4. *Evaluación del Riesgo Ambiental*

La evaluación del riesgo ambiental es un proceso que tiene como objetivo asignar valores, magnitudes y probabilidades a los efectos adversos de la contaminación sobre los seres vivos. En consecuencia, este proceso se puede utilizar para definir si un sitio contaminado merece o no ser intervenido. (Norma UNE 15008:2008)

El propósito de la evaluación del riesgo ambiental es proporcionar información basada en la evidencia y el análisis para tomar decisiones con base en los resultados de análisis de riesgos, sobre cuáles son los riesgos ambientales que ponen en peligro al entorno humano, ecológico y socioeconómico que necesitan tratamiento y la prioridad para la implementación del mismo. (Díaz, 2012)

1.5.4.1 *Análisis “Que pasa si”*

Es un método cualitativo que consiste en cuestionarse que pasa si aparecen sucesos no deseados en la instalación. Mediante la recopilación de la información necesaria se puede formular diversos eventos y responder cuales serían los peligros derivados de dicho evento al materializarse. Partiendo de una lluvia de ideas, se identifican los riesgos, situaciones riesgosas o eventos

accidentales que pueden desencadenar una consecuencia indeseable al entorno natural, humano y socioeconómico. (Montalvo, 2010)

1.5.4.2 *Análisis del árbol de fallos*

Consiste en un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un evento no deseado que se pretende evitar, de manera sistemática y lógica se representa las condiciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción de un evento; conformando niveles de tal manera que cada suceso este generado a partir de sucesos del nivel inferior siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de operadores lógicos. (PIQUE, 1992)

La literatura frecuentemente propone la utilización de este método, porque el analista está en la capacidad de responder a las preguntas ¿Qué ocurrió?, ¿Cómo ocurrió?, ¿Dónde ocurrió?, ¿Qué o quién fue el causante de lo ocurrido?, ¿Cuáles fueron los daños? Sin embargo, la pregunta ¿Por qué ocurrió? es decir, el suceso iniciador necesita un análisis más profundo que esta herramienta no ofrece. Busca las condiciones que contribuyeron a su ocurrencia, la vía de transmisión y los posibles receptores afectados que vienen hacer el entorno humano, ecológico y socioeconómico con el objetivo de que estos escenarios no se vuelvan a repetir mediante la implementación de nuevas alternativas que conlleven a reducir el riesgo de forma económicamente viable.

1.5.5. *Vulnerabilidad*

Definida como el grado de pérdida o daño de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, resultado de la probable ocurrencia de un evento inesperado. En términos generales, la vulnerabilidad puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas. (BRACK, 2009)

1.5.6. *Ruta de Exposición*

Es la trayectoria que sigue un contaminante desde la fuente de emisión hasta el cuerpo receptor identificado como potencialmente expuesto. (<http://www.cepal.org/publicaciones/mexicoca.pdf>)

1.5.7. *Suceso Iniciador*

Un suceso iniciador es un hecho físico que se ha identificado a partir de un análisis causal y que puede generar un incidente o accidente en función de cual sea su evolución en el espacio-tiempo. No obstante, en ocasiones la identificación del suceso iniciador es previa a la de sus causas ya que, por ejemplo, se conoce que ha sucedido con anterioridad o simplemente resulta intuitivo. (Norma UNE 15008:2008)

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Fuentes de Información Inicial

El reconocimiento del lugar de estudio permitió conocer la realidad de la Extractora tomada como modelo, una descripción general del sistema de tratamiento proporcionó las primeras características y evidencias de interés útiles en el análisis de riesgo ambiental.

Para la recopilación de información en la Extractora se realizaron reuniones con el gerente y el técnico a cargo de producción para obtener información veraz sobre las actividades realizadas y los accidentes suscitados desde la puesta en marcha de la Extractora PEXA S.A. hasta la actualidad, para demostrar el riesgo inherente del sistema actual de tratamiento se buscó un equipo de técnicos con la experiencia y los conocimientos necesarios en el funcionamiento y operación de un sistema de tratamiento por lagunas de oxidación. Además de entrevistas con el personal administrativo y de operaciones para recabar la información complementaria para una evaluación solvente del riesgo ambiental.

2.2. Tipo de Estudio

Este proyecto de investigación se basó principalmente en investigación descriptiva, documental, bibliográfica y de campo.

La investigación explicativa se utilizó para indicar con exactitud y precisión las dimensiones de las actividades a investigar, es importante la descripción y valoración de los factores humano, ecológico y socioeconómico del estudio. Además, determinó el estado y función actual de las lagunas de oxidación en la Extractora de aceite rojo de palma africana, que tuvo como propósito establecer los niveles de riesgo ambiental en los distintos escenarios propuestos.

La investigación documental y bibliográfica de este trabajo de titulación se relaciona con el análisis de información que es documentada: libros, información de la consultora Castecam, de ANCUPA, FEDAPAL, INEN, INAMHI, internet, etc. Para esto se partió de estudios hechos con anterioridad sobre el área, haciendo una síntesis de la información primaria y secundaria recolectada, acompañado lo anterior de mapas, cuadros, diagramas y referencias.

También para el desarrollo de este proyecto se efectuó investigación de campo, para lo cual las visitas periódicas permitieron evaluar el sistema de tratamiento actual por lagunaje y realizar la caracterización del efluente generado. El recorrido por senderos para tener un conocimiento de la oferta ambiental de la zona, se realizó la caracterización del área de influencia, teniendo en cuenta el entorno humano, ecológico y socioeconómico y la aplicación de entrevistas al personal y pobladores cercanos sobre los conocimientos que poseen sobre el riesgo ambiental que representa la extractora y sus efluentes.

2.3. Coordenadas de Ubicación, Registro Visual y Mapas Geográficos

2.3.1. *Registro Visual y Toma de Coordenadas*

La información recopilada se apoyó con registros visuales, al poseer la Extractora una zona extensa se necesitó de un técnico encargado de producción para realizar un recorrido por todos los sectores e instalaciones con que cuenta la Extractora; este técnico respondió preguntas relacionadas con los desechos y efluentes generados en la extractora y sirvió como guía para exponer el proceso de extracción, los equipos empleados y el destino final de los efluentes, además de colaborar en la toma de coordenadas en puntos de interés.

En el recorrido se realizó una primera observación directa de las condiciones reales en las que se encuentra la Extractora junto con su sistema de depuración de aguas residuales y obtener un registro fotográfico de las mismas. Con la utilización del GPS en el sistema UTM WGS 84 se determinó la ubicación georreferenciada de la Extractora. Para la toma de coordenadas se utilizó las siguientes herramientas un GPS Garmin Gpsmap y un teléfono celular Apple iPhone 5S con una cámara fotográfica de 8 megapíxeles.

2.3.2. *Cartografía y Mapa de Ubicación*

Con la colaboración del Ing. Jaime Pazmiño, quien facilitó la cartografía base digitalizada en el programa ArcGis 10.0. 2010, y con la ayuda del programa ArcMap 10.0-2010 se establecieron la Provincia, Cantón y Parroquia actual a la que pertenece la extractora, se diseñó el mapa de

ubicación con las coordenadas tomadas y en el que se visualizaron los siguientes elementos: límites geográficos, vías, ríos, poblados, parroquias y cantón.

2.3.3. Mapas Específicos de Estudio:

Los mapas específicos con las características necesarias para el estudio son:

- Mapa de localización geográfica de la extractora de aceite de palma PEXA S.A.
- Mapa de geomorfología, que señala las formaciones geomorfológicas de la zona donde se ubica la extractora.
- Mapa de tipo de clima registrado en la zona donde se asienta la extractora.
- Mapa de uso actual del suelo en zonas cercanas a la extractora.
- Mapa de hidrografía, donde se indicó varios recursos hídricos cercanos a la extractora.

2.4. Determinación de las Actividades que se Realizan en la Extractora

Se realizó recorridos de forma sistemática en todas las áreas de producción de la Extractora en horarios de trabajo específicamente cuando están procesando el fruto para su extracción, y así obtener los datos importantes acerca de las actividades de producción, emisiones, descargas de residuos sólidos y líquidos, subproductos y herramientas utilizadas.

2.4.1. Áreas y lugares de operación de la Extractora

El desarrollo de este punto permitió establecer los lugares claves donde se están iniciando los sucesos iniciadores al determinar zonas destinadas al proceso de producción y aquellas en donde se emite contaminación hacia los diferentes receptores. Se procedió con la descripción del escenario; para lo cual, se realizó una descripción de estos lugares en general y, de forma detallada en aquellos de nuestro particular interés con respaldos fotográficos y de georreferenciación.

2.5. Levantamiento de la Línea Base

2.5.1. Diagnóstico ambiental

La necesidad de tener información base del medio tal y como se encuentra en el momento que se inicia el estudio; contempla la implementación de la línea base que refleja la situación inicial del ambiente en el que se encuentra la extractora y sus efluentes en proceso de transformación.

2.5.2. *Determinación del área de influencia directa e indirecta en la extractora.*

Para la determinación del área de influencia de la Extractora, se delimitó tomando en cuenta el área total de la empresa y los componentes ambientales que se encuentran relacionados a la actividad productiva directa e indirectamente.

Se delimitó dos áreas de influencia para lo cual, se analizó la cartografía estableciendo grados de sensibilidad en función de la cercanía a cada componente ecológico involucrado.

Para el área de influencia directa (AID) constituido por el espacio físico donde las actividades de la extractora influyen en mayor intensidad, se consideró criterios geográficos como aquellos sitios dentro del área de la extractora y operación de las lagunas de oxidación que son afectados directamente, y aquellas áreas de alto grado de vulnerabilidad o riesgo ambiental y social.

El área de Influencia Indirecta (AII) corresponde a zonas alrededor del área de influencia directa, esta zona de amortiguamiento tiene un radio de acción determinado y dependen de la magnitud del impacto y componente afectado.

Los componentes relacionados con la actividad productiva son:

- Componente físico: calidad del suelo, ríos, esteros, nacimientos de agua y paisaje del área fuera de la extractora, ruido y emisiones
- Componente biótico: flora, áreas verdes afectadas, vegetación, fauna terrestre y acuática
- Componente socioeconómico: capital, cambios económicos en la zona, servicios básicos, vivienda, afectación a pobladores en el radio de acción alrededor de la extractora, zonas de interés arqueológico, histórico o cultural y zonas protegidas expresamente por la legislación

El análisis de los componentes señalados, se basó en lo siguiente:

- Trabajo inicial de campo, para levantamiento cualitativo de información, donde se realizaron recorridos dentro de la extractora y en sus alrededores
- Normativa Ambiental vigente y aplicable

Para definir las áreas de influencia se consideró:

- Certificado de Intersección
- Coordenadas específicas de la actividad productiva, efluentes e infraestructura
- Jurisdicción político Administrativa
- Área total de la Extractora
- Vías de acceso
- Sistemas hidrográficos
- Curvas de nivel y cotas altitudinales
- Localización espacial y dimensionamiento de los centros poblados
- Localización espacial de los usos y cobertura del suelo

2.5.3. Componentes de la línea base ambiental

Es la etapa que comprende la descripción detallada de los componentes ambientales definidos en el AI, así como de aspectos específicos propios del AID. A continuación, se describen estos componentes:

2.5.3.1 Componente Físico

Para su determinación y para conocer el estado ambiental de la zona, se realizó la caracterización de los componentes del AID y también se analizó estudios hechos con anterioridad sobre el área, clasificando lo más útil de la Información recolectada, y de esta forma reportar datos que se ajusten a los requerimientos del estudio, incluyendo además material visual como mapas, cuadros y referencias.

Información Meteorológica

La información meteorológica referente a la precipitación, temperatura y humedad relativa de la región. Estos datos se tomaron de la estación meteorológica La Concordia (Cód. M025) ubicada en la Provincia de Esmeraldas, a 379 m.s.n.m. es la estación más cercana a la extractora.

Geología y Geomorfología

La difusión de los contaminantes se da a través del perfil del suelo por tanto se ubicó el área dentro del contexto geológico regional, estableciendo las características tectónicas mayores y los elementos estructurales debidos a plegamiento y falimiento. Se enumeró y caracterizó los tipos de roca existentes de acuerdo a los estratos característicos del suelo, poniendo énfasis en su granulometría y permeabilidad.

Hidrología

La proximidad de un cuerpo de agua con la extractora y en especial con el sistema de depuración de sus aguas residuales. Se observaron los recursos hídricos que existen dentro del Área de Influencia enmarcándolos dentro del contexto local del estudio junto con una revisión bibliográfica y un recorrido breve por el sector.

Uso del suelo

Este aspecto tiene que ver con las actividades que se realizan dentro del área de influencia, aquí se identificó la clase de cultivos, zonas industriales como la extractora, centros poblados y centros educativos de forma georreferenciada. Para describir el uso actual del suelo, se procedió a una revisión bibliográfica y con un recorrido por el sector que junto con el uso de mapas corroboren con la información obtenida.

2.5.3.2 *Componente Biótico*

Para el área de influencia tanto directa como indirecta del estudio, se aplicó la metodología de Evaluaciones Ecológicas Rápidas (EER), que está diseñada para investigar y evaluar ecosistemas tropicales, utilizando técnicas que permitieron obtener información general de la flora y fauna de un área determinada.

Esta metodología incluye una fase de campo en la cual se recabó información específica del área evaluada y una fase de estudio bibliográfico para recopilar información existente del área de influencia.

Durante la fase de campo se realizaron recorridos de observación y recolección de información en las zonas de influencia directa e indirecta de la extractora junto con el respaldo fotográfico. En la fase de recopilación se realizó el procesamiento y análisis de los datos y se comprobó con la bibliografía, así como la elaboración de los resultados que se incluyen como parte del diagnóstico ambiental.

Dentro del AID se tomó en cuenta exclusivamente:

- Las especies vegetales su grado de conservación e intervención humana. La descripción mediante una observación directa, complementada con estudios previos de la flora ecuatoriana en la zona de estudio y con información secundaria proveniente de Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador.
- La descripción de los recursos faunísticos de la zona tanto especies endémicas como aquellas introducidas por el hombre y registradas dentro del AID. Para el levantamiento de información se empleó información actualizada de la Fauna del Ecuador, se revisó el Libro Rojo y comparando los nombres comunes y científicos de las especies registradas en el campo se determinó las especies en peligro.

2.5.3.3 *Componente Socioeconómico y Cultural*

Los componentes relacionados con el componente socioeconómico fueron analizados a partir de información, datos y estadísticas de los Planes de Desarrollo Cantonal, Censo de Población y Vivienda 2010. Además, de entrevistas realizadas a todo el personal involucrado en este proyecto junto con el recorrido del sector. Los resultados fueron incluidos dentro de la evaluación de riesgo ambiental, al ser considerado el factor humano como componente fundamental del ambiente. Se describieron los siguientes indicadores: Aspectos demográficos, condiciones económicas, servicios básicos y vivienda, tenencia de tierras, comercio, salud y educación.

2.6. Metodología del Muestreo

2.6.1. *Requisitos para un muestreo confiable*

Un muestreo confiable requiere la inspección para constatar que se cumplan las normas y condiciones especificadas por la legislación actual; independiente de cualquier clase de monitoreo que se realice pues se debe evaluar los resultados de los análisis, considerando que estar en norma no significa que no existe riesgo alguno.

Dentro del estudio realizado en la extractora PEXA S.A. fue necesario someter a los componentes a un análisis de su estado ambiental actual; para ello el primer paso luego de haber definido el AI es proceder a la toma de muestras representativas que evidencien de forma puntual y real el estado actual del recurso hídrico.

Los aspectos técnicos necesarios para un muestreo confiable en la Extractora son: la determinación del sitio que represente al total de la descarga, la precisión con que el personal implicado ejecute la toma de muestras, el uso de equipos y materiales adecuados para la toma de muestras, la preservación de las mismas y el transporte seguro.

2.6.2. *Plan de muestreo*

La información adquirida sirvió para inferir en el tipo de contaminantes que se pudieran esperar en la descarga y otros datos que permitieron la selección del material, equipo de muestreo y de seguridad a emplear.

Se realizó la visita a las instalaciones de la Extractora PEXA S.A. la autorización por El Ing. Guido Rubio accionista de la Extractora prestó su ayuda como guía durante el recorrido y el muestreo y, junto con el Ing. Jaime Pazmiño como colaborador externo se procedió a la toma de muestras dentro de las piscinas de oxidación.

En la visita de campo dentro de las instalaciones se pudo observar que de las 6 piscinas existentes la piscina anaerobia se encontraba en funcionamiento recibiendo justo las descargas líquidas producto del proceso de extracción del aceite rojo de palma. Ante este escenario el plan de acción consistió en la toma de muestras de agua de la piscina en funcionamiento y también sus medidas (ancho, largo profundidad). El acceso hacia las lagunas facultativa y aerobia no es posible por la excesiva maleza que se ha extendido en las lagunas y en los alrededores, esta situación impide el paso para la toma de muestras.

2.6.3. *Metodología para el Muestreo de Aguas*

El personal encargado de la toma de muestras fue calificado, y proporcionó información acerca de las condiciones del lugar y la forma en que se realizó el muestreo. Las muestras de agua residual se recolectaron de tal forma que se evite contaminación secundaria, evitando los cambios

físico-químicos y si no pueden evitarse preservar la muestra refrigerándola para su posterior traslado al laboratorio. Los parámetros que no se pueden analizar en campo requieren almacenamiento a baja temperatura (4°C) en una hielera; para asegurar que la sustancia a analizar estará presente en la muestra y no se degradará antes que el laboratorio efectúe el análisis.

Esta refrigeración inmediata es importante para los análisis microbiológicos y determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), las aguas residuales contienen múltiples microorganismos cuyas reacciones continúan en la muestra tomada y la refrigeración reduce estas actividades microbiológicas.

La descontaminación de los equipos antes de usarlos junto con varios enjuagues antes de tomar la muestra asegura la credibilidad de la misma. La toma de muestras del agua se realizó dentro de la laguna de oxidación primaria al momento de la descarga para obtener datos como la temperatura del agua, el muestreo fue de tipo simple por ser una serie de tomas individuales obtenidas en el instante que se ha producido el flujo de descarga en diferentes lugares de la laguna, luego estas submuestras se integraron y homogenizaron a fin de obtener un volumen representativo y suficiente como para efectuar los análisis.

2.7. Análisis del Riesgo Ambiental

2.7.1. Metodología para el análisis del riesgo

Las metodologías que se han desarrollado para el análisis de riesgos ambientales son procesos complejos que deben abordarse a través de una metodología que permita estimar el riesgo a partir de la identificación de las causas y posibles consecuencias en el medio ambiente.

La metodología seleccionada partió de los criterios establecidos en la Norma UNE 150008:2008 se analizó el riesgo del sistema tratamiento a partir del peligro asociado a sustancias, procesos etc., su descripción a continuación:

2.7.1.1 Identificación de causas y peligros

Se identificó, caracterizó y determinó las posibles fuentes de peligro y los peligros. Los peligros ambientales dentro de la extractora y sus efluentes, independientemente de su tamaño o número de empleados, están relacionados principalmente con las sustancias utilizadas, cómo con las condiciones y actividades de almacenamiento, procesamiento y eliminación, y con las fuentes de energía que se utilizan. También se tomó en cuenta que pueden ser fuentes de peligro las actividades, los procesos, los elementos del entorno que puedan entrañar peligro para la instalación, los recursos humanos y los materiales, entre otros. No se consideran aquellas fuentes de peligro que, en el desarrollo de su secuencia accidental, no provocan un daño para el medio ambiente; por ejemplo, daños a los empleados, a las propias instalaciones, etc., las cuales son objeto de otras normas.

Fuentes de peligro objeto de estudio

Según los criterios establecidos en el apartado anterior, se llevó a cabo una identificación de todas las fuentes de peligro existentes en los efluentes y en la nave extractora. Se toman en consideración y se identificaron, las fuentes de peligro relacionadas con:

a) El factor humano

- 1) En el ámbito organizativo: – estructura; – sistemas de gestión; – cultura preventiva; – procedimientos; – comunicación interna y externa; – condiciones ambientales del puesto de trabajo; – clima laboral, etc.
- 2) En el ámbito individual: – formación; – entrenamiento; – capacitación; – errores humanos, etc.

b) Las actividades e instalaciones

- 1) Almacenamientos: – materias primas; – combustibles; – productos terminados; – productos intermedios, etc.
- 2) Procesos e instalaciones productivas: – equipos; – trasiego y manejo de sustancias; – disposición; – medidas de seguridad y salvaguardia; – condiciones del entorno; – condiciones del proceso; – gestión del mantenimiento, etc.
- 3) Procesos e instalaciones auxiliares. Se incluye – producción de calor; – producción de frío; – generación de energía eléctrica; – protección contra incendios; – tratamiento de agua para procesos e instalaciones; – instalaciones de prevención y tratamiento de la contaminación: -i depuración de aguas residuales, -ii tratamiento de emisiones atmosféricas, -iii almacenamiento y tratamiento de residuos, -iv ruidos y vibraciones.

c) Los elementos externos a la instalación:

- 1) Naturales: tanto físicos (rayos, inundaciones, terremotos, etc.) como bióticos (proliferación de animales, plagas, etc.);
- 2) Infraestructuras y suministros: vas de transporte, agua, gas, energía, etc.;
- 3) Socioeconómicos: vandalismo, sabotaje, terrorismo, etc.;
- 4) Características de las instalaciones vecinas.

2.7.1.2 *Identificación de sucesos iniciadores*

Se partió de la información obtenida en la identificación de peligros; un suceso iniciador puede ser: un fallo humano concreto (por ejemplo, una mezcla de sustancias no deseada), un impacto externo (por ejemplo, de un vehículo sobre un almacenamiento, un aumento gradual de la presión en un tanque), etc. Cada uno de ellos puede provenir de una serie de causas que pueden o no coincidir.

La secuencia de eventos o alternativas posibles se pueden elaborar a partir de un árbol de sucesos que, con una probabilidad conocida, pueden dar lugar a los distintos escenarios de accidente sobre los cuales se estimaron las potenciales consecuencias de un determinado suceso sobre el medio receptor.

2.7.1.3 *Postulación de escenarios de accidente*

Esta fase se estableció a partir de los sucesos iniciadores identificados anteriormente. Para caracterizar y determinar la capacidad de acogida de los factores ambientales susceptibles de verse afectados por la materialización de un riesgo. Asimismo, la diagnosis facilitó la identificación de aquellos factores ambientales que pueden servir de vehículo transmisor o multiplicador de un suceso iniciador, en la medida en que puedan resultar condicionantes para la definición de los escenarios de consecuencias.

Factores ambientales objeto de estudio

Se toman en consideración, entre otros, los siguientes factores ambientales:

- a) El medio físico:
 - 1) El clima atmosférico, la calidad del aire, el ruido y las vibraciones
 - 2) Las aguas superficiales y subterráneas, y la calidad de las mismas

- 3) La morfología, el suelo y el subsuelo.
- b) El medio biótico:
 - 1) La flora y la vegetación
 - 2) La fauna;
 - 3) La estructura de los ecosistemas
- c) El medio humano y socioeconómico:
 - 1) La salud, el bienestar, la mortalidad y la morbilidad
 - 2) La estructura territorial: los servicios y los usos del suelo
 - 3) La estructura social y económica de la población
 - 4) El patrimonio histórico y cultural
 - 5) Los paisajes, las cuencas visuales

Factores condicionantes del entorno:

Algunos factores ambientales pueden tener un papel relevante por su potencial efecto multiplicador o dispersor del peligro, como por su influencia en el grado de exposición al mismo. Desde esta perspectiva, los factores ambientales tienen también un papel condicionante en los distintos escenarios de accidente.

Por ello la diagnosis del entorno se abordó también desde esta perspectiva, prestando especial atención, entre otros aspectos, a los estados periódicos o estacionales que pudieran presentarse en aquellos factores susceptibles de cumplir un papel condicionante en los escenarios posibles.

Una vez caracterizados los factores ambientales que influyen de manera significativa en los escenarios de accidente postulados, y el resto de los factores condicionantes de los distintos sucesos iniciadores, se diseñó la secuencia de los eventos o alternativas posibles y se asignó una probabilidad de ocurrencia a cada uno de ellos.

Análisis del árbol de fallos:

Mediante representaciones gráficas organizadas permitieron la combinación de sucesos causales con los escenarios de consecuencias y la correlación entre factores externos o condicionantes; para concretar en el evento más desarrollado que a su término será calificado de forma cualitativa o cuantitativa para facilitar el entendimiento y la gestión inmediata, se consideró como un

instrumento eficaz para el análisis del riesgo ambiental. (ARELLANO, REA, & CALIXTO, 2008)

2.7.2. *Asignación de probabilidad del escenario de accidente*

La probabilidad de ocurrencia de cada escenario de accidente se calculó como el resultado de la composición de las probabilidades asignadas a cada uno de los eventos o alternativas recogidos en el árbol de sucesos.

Para la estimación de las probabilidades se empleó en cada caso la técnica o herramienta más adecuada, justificada en virtud de la complejidad del árbol de fallos analizado y la información disponible.

En cualquier caso, la técnica seleccionada respondió a la fiabilidad exigida para satisfacer el objeto y alcance del estudio, arrojando resultados que se representan en términos cuantitativos o semicualitativos susceptibles de su posterior tratamiento numérico.

El resultado de esta fase del estudio fue la asignación de una única probabilidad de ocurrencia a cada uno de los escenarios de accidente posibles.

2.7.3. *Estimación del riesgo*

Teniendo en cuenta la definición de riesgo, y una vez identificados todos los posibles escenarios de accidente y asignadas las probabilidades de ocurrencia de los mismos, así como las posibles consecuencias de cada uno de ellos, se procedió a la estimación de los riesgos y, finalmente, de los efluentes del proceso de extracción del aceite rojo de palma en su conjunto.

2.7.4. *Evaluación del riesgo ambiental*

Tras la estimación del riesgo, se procedió a su evaluación. A la vista de los resultados del análisis del riesgo realizado, y de una serie de criterios o factores endógenos y exógenos aplicados durante el propio análisis y que actúan como condicionantes, se emitió un juicio acerca de la tolerabilidad del riesgo y por tanto de su aceptabilidad en base a los criterios de los expertos que colaboraron con su reflexión y análisis que implicó necesariamente la calificación a cada escenario de

accidente citado en base a los valores establecidos por la norma para finalizar con la toma de decisiones preventivas oportunas.

Es preciso aclarar que los criterios sobre los que se decide la tolerabilidad del riesgo no son solamente los relacionados con los límites legales, sino que hay que tener en cuenta también aquellos relacionados con la combinación de componentes políticos, económicos, sociales, tecnológicos, científicos, culturales y éticos.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ubicación de la Extractora de Aceite de Palma PEXA S.A.

3.1.1. Ubicación Geográfica

La Extractora PEXA S.A. es una industria extractora de aceite rojo del fruto de la palma aceitera, está ubicada en el Km 47 Vía Santo Domingo - Quinindé, perteneciente al Cantón La Concordia, Provincia de Esmeraldas. Viene funcionando con esta razón social desde la fecha de su construcción en 1990 en el sector de La Independencia, y en las coordenadas UTM: X= 678332 Y= 10004244.

La Extractora PEXA S.A. se encuentra en una zona de fácil acceso hacia las vías principales y secundarias del sector. La vía principal Transversal Norte (E20) que atraviesa las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha es la carretera que conecta la extractora con los centros poblados cercanos. El centro poblado más cercano a PEXA S.A. es el recinto La Independencia que está ubicado a 2Km. De la Extractora.

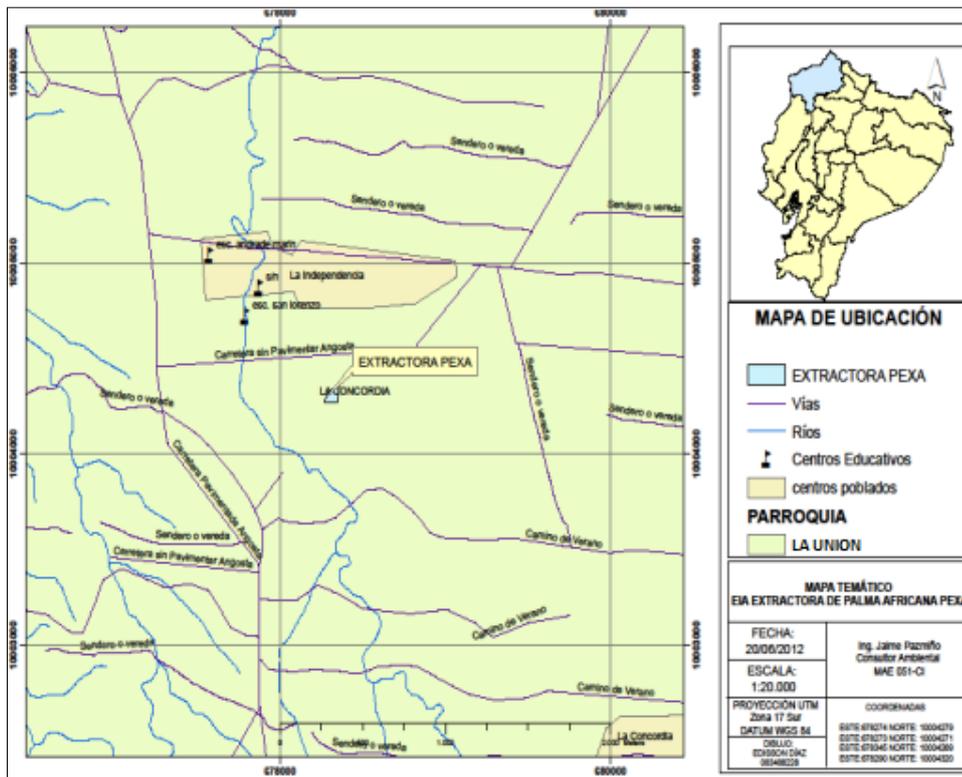


Figura 4-3: Ubicación de la Extractora de Aceite de Palma PEXA S.A.
Fuente: Cartografía del Ing. Jaime Pazmiño Consultor Ambiental

3.1.2. *Distribución física de la Extractora*

Las coordenadas UTM WGS 84 tomadas el día de muestreo del área de Estudio se describen a continuación, detallando la ubicación de las diferentes instalaciones de la Extractora, las coordenadas UTM, bajo el datum WGS 84 zona 17S son las siguientes:

Tabla 2-3: Coordenadas de localización de la Extractora PEXA S.A.

Instalación	Coordenada x	Coordenada y
Acceso y Estacionamiento	678274	10004279
Oficinas y Administración	678273	10004271
Cocina y comedor	678280	10004258
Nave industrial de extracción	678332	10004321
Bodega de insumos	678294	10004288
Piscinas de Oxidación	678361	10004372
Área de mantenimiento y Taller	678345	10004269
Jefatura de producción y laboratorio	678282	10004282
Área de Generadores	678290	10004320
Patio de descarga de fruta	678319	10004291

Realizado por: Karina Alarcón. 2015

Tabla 3-3: Coordenadas de Ubicación de los equipos de la Extractora

Identificación del lugar	Coordenadas	
	ESTE	NORTE
Báscula	678279	10004289
Patio de Fruta	678319	10004291
Área de Esterilizadores	678332	10004321
Prensas	678355	10004283
Digestores	678355	10004283
Florentinos	678329	10004335
Calderos	678368	10004282
Generador	678290	10004320

Realizado por: Karina Alarcón.

3.2. Diagnóstico Ambiental

3.2.1. *Determinación del área de influencia (AI) de la extractora PEXA S.A.*

En base al recorrido realizado por el sector cercano a la Extractora, se constató el nivel de influencia que las actividades productivas de PEXA S.A. tienen sobre la población más cercana. Luego del recorrido y revisión documental se resolvió definir el Área de influencia directa (AID), y el Área de influencia Indirecta (AII) dentro de los límites espaciales descritos a continuación.

3.2.2. *Área de Influencia directa (AID)*

Para la descripción de la contaminación que se disipa del sistema de tratamiento de aguas residuales de la Extractora, se consideró un área de influencia directa (AID) comprendida dentro de un radio de 100m a partir de la coordenada límite de funcionamiento de la Extractora, tomando en cuenta que la repercusión de las actividades llevadas a cabo durante la operación de la Extractora, puedan generar posibles cambios sobre el entorno físico y biótico circundante, cuerpos de agua superficial, aguas subterráneas, suelo, aire, flora y fauna.

El margen del Río Cocola donde se depositan los efluentes líquidos procedentes del sistema de tratamiento de las aguas residuales de la Planta de Extracción se considera dentro del área de influencia directa de la Planta Industrial por encontrarse a 300 m tomando en cuenta desde la laguna más cercano al cuerpo receptor.

El entorno biológico es un área con una extensión aproximada de 50000 m² constituido en su mayoría por cultivos de palma africana, por lo que las operaciones de la Extractora no afectan directamente este entorno y por tanto no se ve afectado directamente por las operaciones de la Planta Industrial.

3.2.3. *Área de Influencia indirecta (AII)*

Se considerado el área de influencia indirecta la extensión de 1.5 Km del lecho del Río Cocola. Se justifica esto debido a que las descargas que la Extractora deposita en el río viajan aguas abajo esta distancia antes de ingresar en el entorno de otros proyectos agrícolas y productivos.

El AII ocupa también el entorno socio-económico, para esto se consideró a aquella área de asentamiento urbano más cercano donde desarrolla sus actividades la Extractora y cuya sociedad experimenta los cambios o efectos que ocurren como producto de la extracción del aceite de palma.

Por tanto, el AII abarca también el barrio 2 de febrero, el centro poblado La Independencia y el casco urbano de la ciudad de La Concordia, por la cercanía que tienen con la extractora y la afectación a las condiciones físicas del agua, del suelo, su uso y la calidad del aire que pudiera causar sus actividades de operación además de la generación de empleo en las actividades de operación y mantenimiento de la Extractora.

3.3. Línea Base del Área de Influencia de la Extractora

La descripción de los componentes en el área de influencia directa e indirecta de la Extractora de aceite rojo de palma se detallada a continuación:

3.3.1. *Componente Físico*

3.3.1.1 *Climatología*

El clima es un parámetro medible y cuantificable que abarca varios componentes que interactúan en conjunto determinando las características de un sector determinado, tiene que ver con el estado medio de las condiciones atmosféricas, medidas en una zona determinada.

Para la caracterización climática de la zona del proyecto, se recurrió a la revisión del Anuario Meteorológico 2010 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de la estación Meteorológica La Concordia (Cód. M025) ubicada a 379 m.s.n.m. Durante este intervalo de tiempo, se consideraron las variables de temperatura, heliofanía, precipitación, humedad relativa, evapotranspiración y viento.

Tabla 4-3: Heliofanía, Temperatura y Humedad de la Zona de Estudio.

M025		LA CONCORDIA							INAMHI				
Mes	Heliofanía (h)	Temperatura del aire a la sombra (°C)							Humedad Relativa (%)				
		Absolutas				Medias			Máxima	Día	Mínima	Día	Media
		Máxima	Día	Mínima	día	Máxima	Mínima	Mensual					
Enero	59.5	33.0	6	18.5	5	29.3	19.6	24.9	99	20	61	6	88
Febrero	61.5	33.0	25	18.5	17	30.0	20.0	25.3	99	2	64	8	88
Marzo	80.3	33.0	5	-	-	30.6	21.6	25.8	99	17	63	14	87
Abril	126.4	33.0	4	-	-	30.7	-	25.9	99	6	49	30	87
Mayo	70.5	32.7	9	-	-	29.7	-	25.4	100	19	65	31	89
Junio	39.6	31.5	15	-	-	27.6	21.8	24.1	99	1	71	5	89
Julio	46.5	31.0	28	19.8	28	27.6	21.6	23.8	99	1	60	28	89
Agosto	63.5	32.5	11	19.4	13	27.7	21.1	23.6	99	26	58	11	87
Septiembre	45.0	31.5	26	20.0	30	27.6	21.0	23.5	99	10	66	10	88
Octubre	43.5	31.5	26	18.8	31	27.5	20.4	23.2	-	-	-	-	88
Noviembre	27.7	29.2	20	19.0	3	26.8	20.2	22.8	100	1	65	8	88
Diciembre	33.8	29.1	19	19.0	3	27.2	20.6	23.3	99	5	57	18	89
Valor anual	697.9	33.0				28.5		24.3					88

Realizado por: Karina Alarcón.

Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI 2010.

Tabla 5-3: Punto de Rocío, Tensión de vapor y Precipitación de la Zona de Estudio

M025		LA CONCORDIA				INAMHI	
Mes	Punto de Rocío (C°)	Tensión de Vapor (hPa)	Precipitación (mm)			Número de Días con Precipitación	
			Suma Mensual	Máxima 24hrs	día		
Enero	22.6	27.5	365.7	53.3	20	26	
Febrero	23.2	28.4	605.7	115.8	11	25	
Marzo	23.3	28.6	661.6	88.3	25	29	
Abril	23.3	28.7	687.9	94.5	5	25	
Mayo	23.3	28.6	449.9	146.8	9	21	
Junio	22.0	26.5	60.4	11.0	8	20	
Julio	21.8	26.1	87.7	25.5	5	22	
Agosto	21.2	25.2	72.2	52.2	31	14	
Septiembre	21.2	25.3	45.2	11.3	3	16	
Octubre	20.9	24.5	13.2	4.6	15	14	
Noviembre	20.8	24.5	99.4	46.3	11	16	
Diciembre	21.3	25.3	405.4	53.9	27	29	
Valor anual	22.1	26.6	3554.3	146.8			

Realizado por: Karina Alarcón.

Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI 2010.

Tabla 6-3: Evaporación, Velocidad y Frecuencia del Viento de la Zona de Estudio

M025		LA CONCORDIA							INAMHI						
Mes	Evaporación (mm)		Nubosidad Media (Octas)	Velocidad Media y Frecuencias de Viento											
	Suma Mensual	Máxima 24hrs		N (m/s) %	NE (m/s) %	E (m/s) %	SE (m/s) %	S (m/s) %	SW (m/s) %						
Enero	64.0	4.1		3.0	5	1.0	1	1.0	1	2.8	11	2.7	34	2.3	11
Febrero	62.0	4.7		2.3	10	3.8	5	3.3	4	1.0	4	2.8	39	3.3	5
Marzo	83.6	4.4		3.4	5	1.0	1	3.0	3	1.8	12	3.5	32	3.6	13
Abril	73.3	3.9		3.6	6	2.3	3	1.5	4	2.3	11	3.4	26	3.0	8
	21														

Mayo	64.5 4	3.6		4.0	4	0.0	0	2.5	2	2.3	3	2.4	33	3.3	10
Junio	54.3 25	3.9		3.0	4	0.0	0	2.0	1	0.0	0	3.1	56	2.5	7
Julio	58.7 29	4.5		3.0	4	0.0	0	2.5	2	3.3	4	3.0	41	2.7	10
Agosto	66.2 11	4.8		1.0	2	2.0	1	2.5	2	2.5	4	3.0	47	4.7	7
Septiembre	65.9 25	4.5		2.0	2	0.0	0	3.0	2	2.9	9	2.9	50	2.3	3
Octubre	66.3 3	4.2		1.7	3	0.0	0	2.0	2	2.5	2	2.5	37	3.0	8
Noviembre	53.0 13	4.6		1.3	7	0.0	0	1.8	4	2.8	6	2.0	32	1.7	12
Diciembre	48.5 19	3.5		2.4	11	2.0	2	2.0	1	2.0	2	2.4	33	2.3	8
Valor anual	760.3	4.8		2.6	5	1.0	1	2.3	2	2.2	6	2.8	38	2.9	9

Continuación

M025	LA CONCORDIA						INAMHI		
Mes	Velocidad Media y Frecuencias de Viento						Vel. Mayor Observada		Velocidad Media
	W (m/s) %	NW (m/s) %	Calma %	N° OBS			(m/s)	Dirección	(Km/h)
Enero	1.7	8	1.8	8	25	93	6.0	S	1.0
Febrero	3.4	8	3.3	8	23	84	6.0	S	1.1
Marzo	2.5	4	4.0	4	27	93	8.0	S	1.3
Abril	2.4	9	2.0	9	29	90	6.0	N	1.3
Mayo	2.0	9	0.0	9	39	93	8.0	N	0.9
Junio	5.0	2	5.0	2	28	90	6.0	NW	1.1
Julio	2.5	4	3.7	4	31	93	6.0	NW	1.0
Agosto	3.0	3	2.0	3	32	93	6.0	S	1.2
Septiembre	2.0	1	2.3	1	29	90	8.0	S	1.0
Octubre	3.5	9	2.3	9	37	93	6.0	S	1.1
Noviembre	1.6	8	4.0	8	29	90	6.0	SE	1.1
Diciembre	1.5	11	2.2	11	26	93	6.0	SW	1.2
Valor anual	2.6	6	2.7	6	30		8.0	S	1.0

Realizado por: Karina Alarcón.

Fuente: Anuario Metrológico INAMHI 2010.

En el Ecuador la zona costera, presenta características de clima tropical, húmedo existiendo subclasificaciones para regiones más pequeñas, el clima que presenta la costa ecuatoriana, está influenciada por los cambios que ocurren en el océano Pacífico y por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). El clima en la zona de la Extractora presenta dos épocas bien definidas y con diferentes características. La época de lluvias normales es entre los meses de enero hasta mediados de mayo y la época que no se presentan lluvias entre Junio y Diciembre.

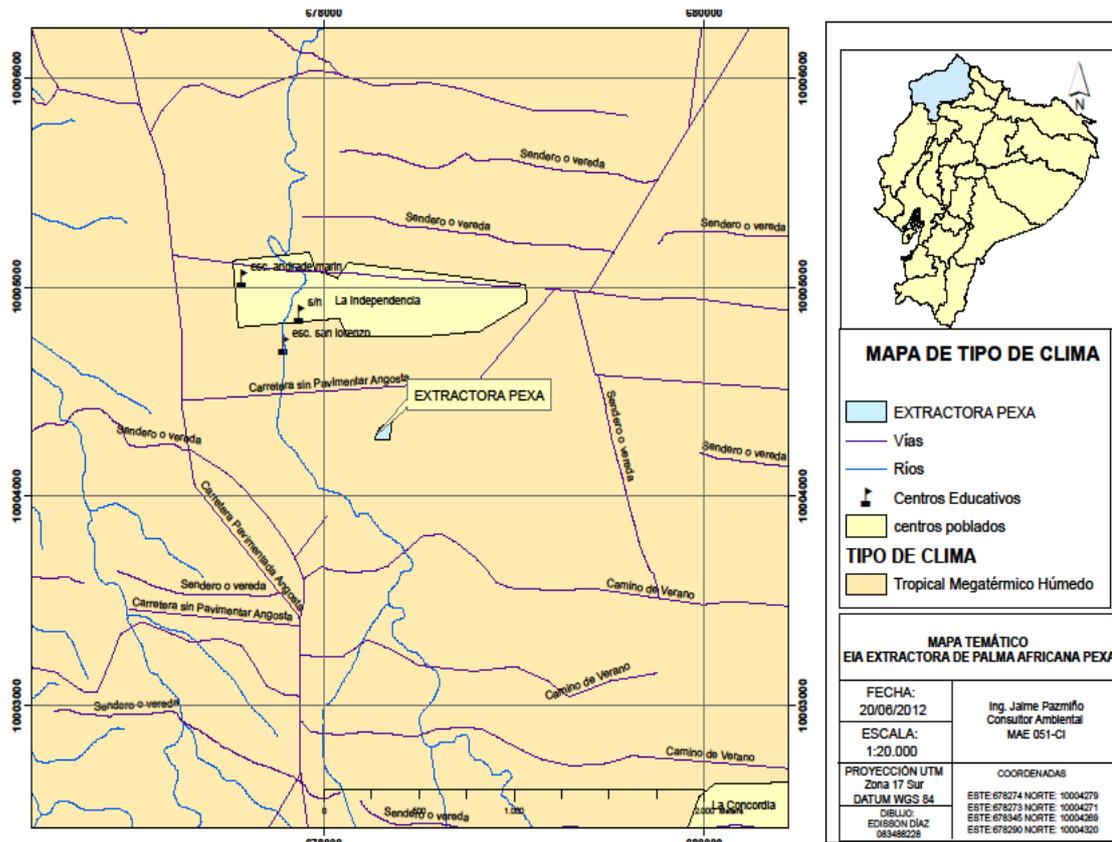


Figura 5-3: Tipo de Clima en el área de la Extractora PEXA S.A
Fuente: Cartografía del Ing. Jaime Pazmiño Consultor Ambiental

Temperatura.

Las Temperaturas máximas medias del sector ocurren entre los meses de febrero a abril oscilando alrededor de los 30°C, siendo abril el mes más cálido con 30.7°C. Las mínimas temperaturas medias se registran en general entre agosto y principios de enero con valores mínimos de 19.6°C en enero y 20.2°C en el mes de noviembre. (Figura 6-3: B).

Precipitación.

La precipitación plurianual es de 3554.3mm, siendo los meses más lluviosos abril con 687.9mm de precipitación promedio y marzo con 661.6mm de precipitación promedio, mientras que los menos lluviosos son octubre con 13.2mm de precipitación promedio y septiembre con 45.2mm de precipitación promedio, (Ver Figura 5-3: A).

Viento.

Las mediciones en la estación meteorológica La Concordia, ubicada a 379 m.s.n.m, indican que los vientos predominantes durante casi todo el año son en dirección Sur, a una intensidad promedio de 6 m/s a 8m/s. Las mayores velocidades se presentan durante los meses de junio a diciembre. Velocidades de vientos mayores, no son comunes, sin embargo, en épocas de El Niño pueden encontrarse valores mayores.

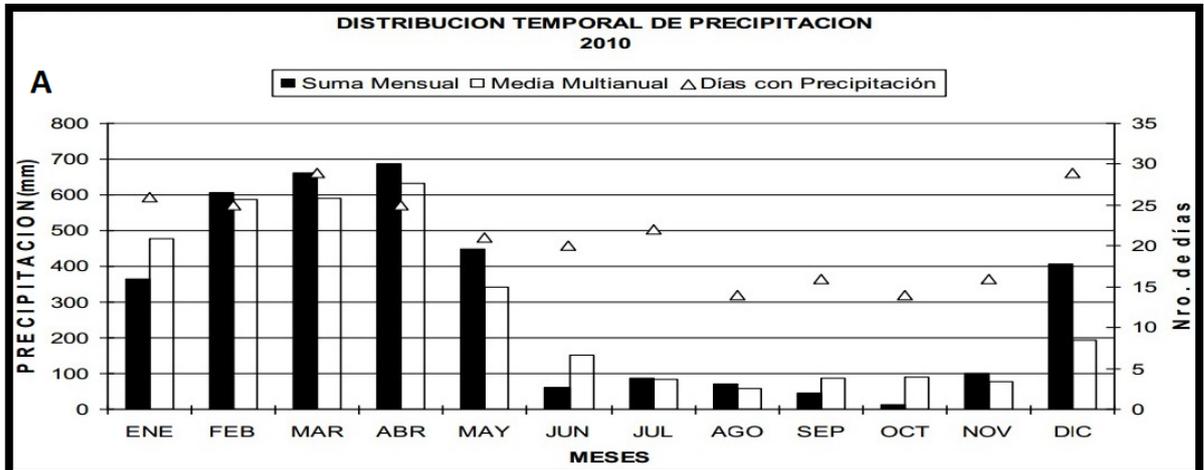


Figura 6-3: A) Distribuciones temporales de Precipitación de la zona de estudio.
Fuente: Anuario Metrológico INAMHI 2010.

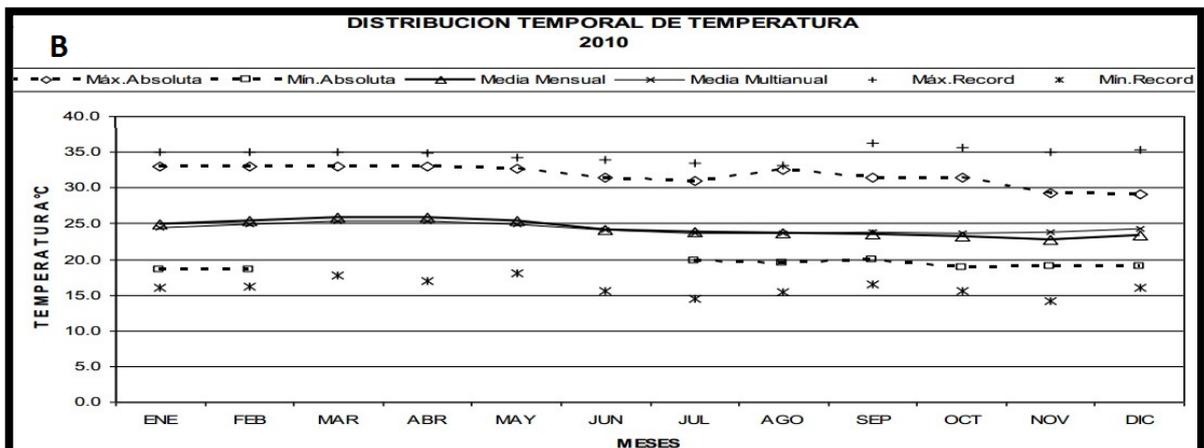


Figura 7-3: B) Distribuciones temporales de Temperatura de la zona de estudio.
Fuente: Anuario Metrológico INAMHI 2010.

3.3.1.2 Geomorfología y Geología

Los materiales encontrados en el área de estudio han sido caracterizados de acuerdo a su naturaleza y origen, a su disposición espacial, a partir de las observaciones en el terreno, análisis de trabajos anteriores en la zona.

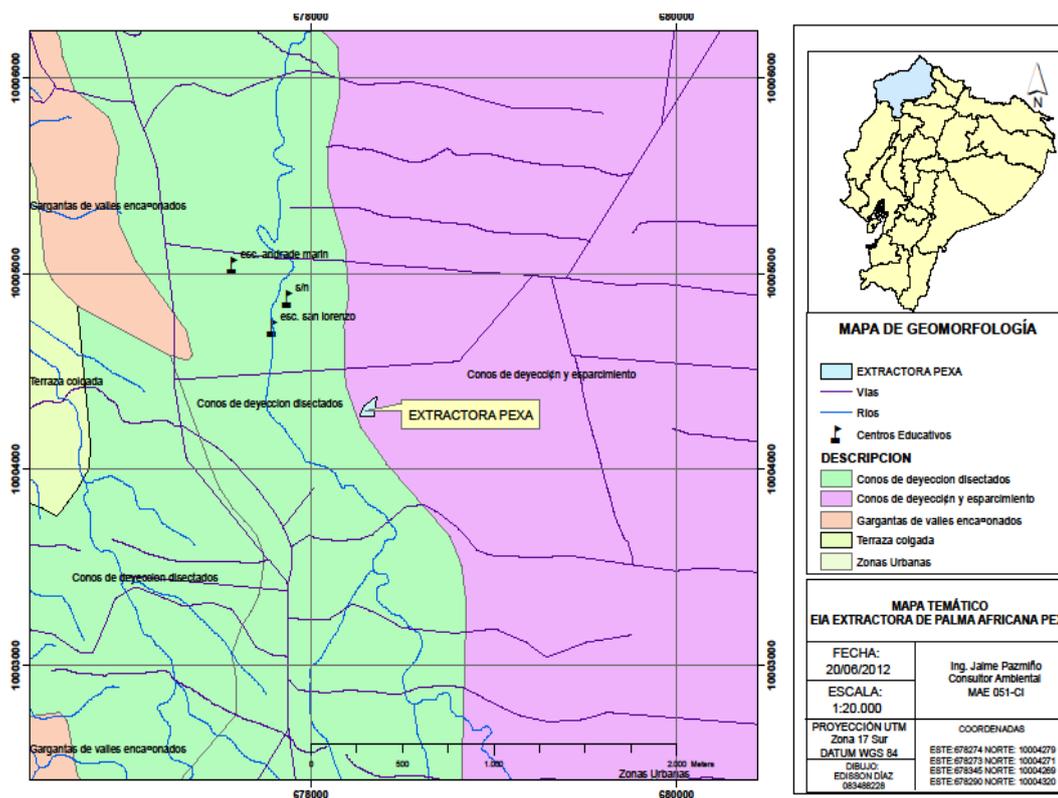


Figura 8-3: Geomorfología circundante de la Extractora PEXA S.A.

Fuente: Cartografía del Ingeniero Jaime Pazmiño Consultor Ambiental

En el área de influencia se han desarrollado suelos negros, pseudo limosos en la parte superior y oscuro o amarillo en profundidad, cercano al cauce de los ríos se puede encontrar rastros de suelos con alófana¹, con una capacidad de retención de humedad que sobrepasa el 80%. Son suelos cultivables para, plátano, palma, cacao y pastizales por la luminosidad del sector.

También se encuentran depósitos de ceniza volcánica antigua, a partir de las cuales se han desarrollado suelos negros, limo-arenosos a limo-arcillosos, muy suaves y esponjosos, que en profundidad torna de un color amarillo, con una capacidad de retención de humedad de 100 % en promedio.

Por la ubicación de la Extractora PEXA S.A y los centros poblados existe un nivel riesgo sísmico medio por encontrarse el Ecuador ubicado en una zona de gran actividad sísmica conocida como el cinturón de fuego del Pacífico.

En cuanto a riesgos volcánicos el cantón Quinindé y la Provincia de Esmeraldas en general no son zonas volcánicas, así que los riesgos de erupciones volcánicas pueden ser descartados al momento.

¹ La alófana es un mineral de origen hidrotermal distribuido a lo largo de las grietas de rocas sedimentarias, se encuentra agregado a otros minerales como el carbón.

Geología predominante del sector

Estudios geológicos realizados en el año 2010 por la empresa Hidrogeocol Cía. Ltda. describen que el área de estudio está constituida por depósitos cuaternarios recientes. La geología regional pertenece a la Formación San Tadeo compuesta de fases fluviales, lahares, depósitos piroclásticos y acumulaciones eólicas. (DIAZ. 2012, p. 25)

En la región se distingue cuatro secuencias descritas a continuación:

Estrato S1.

Su espesor aproximado es de 0.5 m a 1.5 m. Está formada por limos arenosos de color marrón oscuro. El porcentaje de limo es 70%, y la parte arenosa es el 30%. Es aquí donde se desarrolla la cobertura vegetal y actividades agrícolas. Este suelo permanece húmedo gran parte del año. (DIAZ. 2012, p. 26)

Estrato S2.

Su espesor estimado está entre 6 a 8 m. Se sitúa debajo de la S1, comprende Arenas arcillosas de color marrón o entre amarillos y rojizos. En cortes expuestos a los lados de la carretera dentro del área se aprecian algunos espacios con limos, además la transición de S1 a S2 separado por un estrato de 10 cm de arenas de color gris verdoso claro.

Estrato S3.

El espesor estimado de S3 está aproximadamente entre 7 a 10m., este estrato se caracteriza por presentar lentes de arenas finas de pequeños espesores (2cm). A medida que se desciende se aprecia un gran incremento de fragmentos de rocas entre 3cm y 20cm dentro de una matriz arena arcillosa. El 90 % de las rocas se encuentran muy alterados a arcilla, siendo su composición muy variada. A medida que se acerca al lecho del río Cocola se observan arenas finas y medias y gravas de color gris, azulado y plomo.

Estrato S4.

Ubicada luego de la S3, está constituido por una matriz densa arena limosa con arenas medias a gruesas, conglomerados limosos y rocas. Observar este estrato en el área de estudio es poco probable debido a su profundidad. (DIAZ. 2012, p. 28)

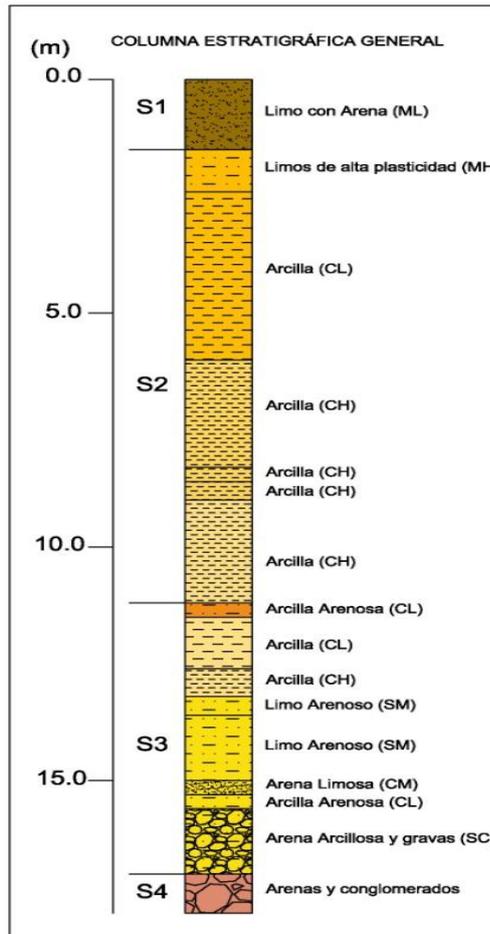


Figura 9-3: Columna estratigráfica del AI de la Extractora
Fuente: DIAZ. 2012.

3.3.1.3 Hidrología del Área de Estudio

El AI de la extractora pertenece a la cuenca hidrográfica del Río Esmeraldas en la Figura 9-3. se pueden distinguir los cuerpos de agua existentes en el área, el más cercano a la Extractora es el río Cocola.

El régimen hídrico de la zona está condicionado por la cantidad de lluvia que cae. Todo el sector geográfico incluido el sector del estudio presenta condiciones geológicas favorables para la captación y retención de aguas subterráneas, por lo cual se presenta un alto desarrollo de pozos. En el área de la extractora, existen escurrimientos superficiales de forma temporal, debido a las precipitaciones especialmente en la temporada invernal.

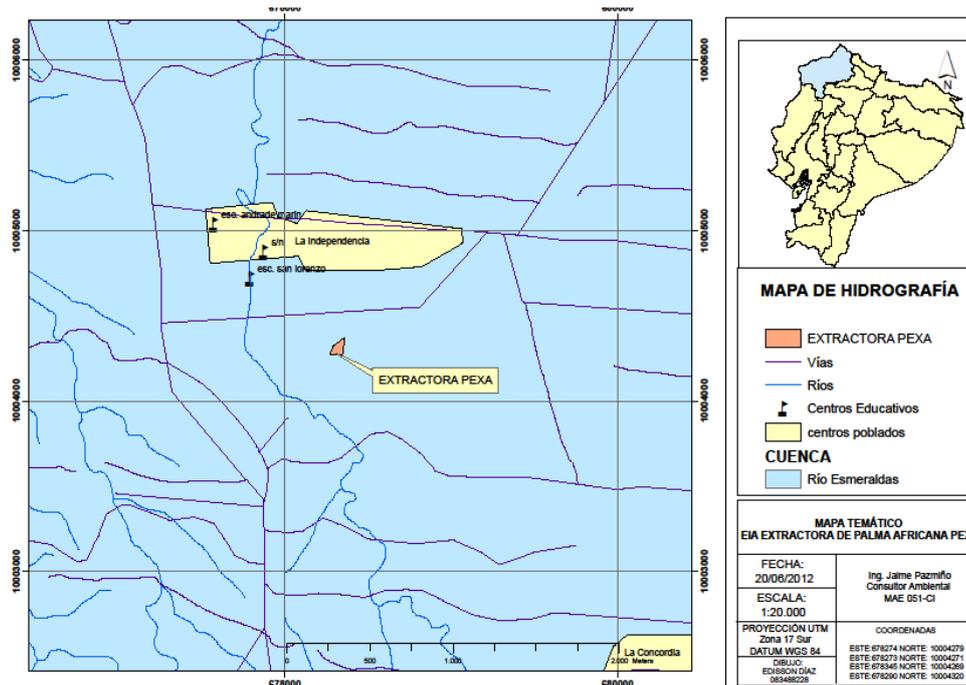


Figura 10-3: Hidrografía predominante de la Extractora PEXA S.A.
Fuente: Cartografía del Ingeniero Jaime Pazmiño Consultor Ambiental

3.3.1.4 Uso del suelo

El área de estudio pertenece a una extensa zona de ecosistema Tropical Megatérmico Húmedo, en donde se asientan y desarrollan poblaciones, con sus características propias de generación de actividades productivas y el intenso uso de los recursos naturales, enmarcados dentro de la agricultura, ganadería, y la práctica generalizada de grandes áreas de cultivo de Palma Africana.

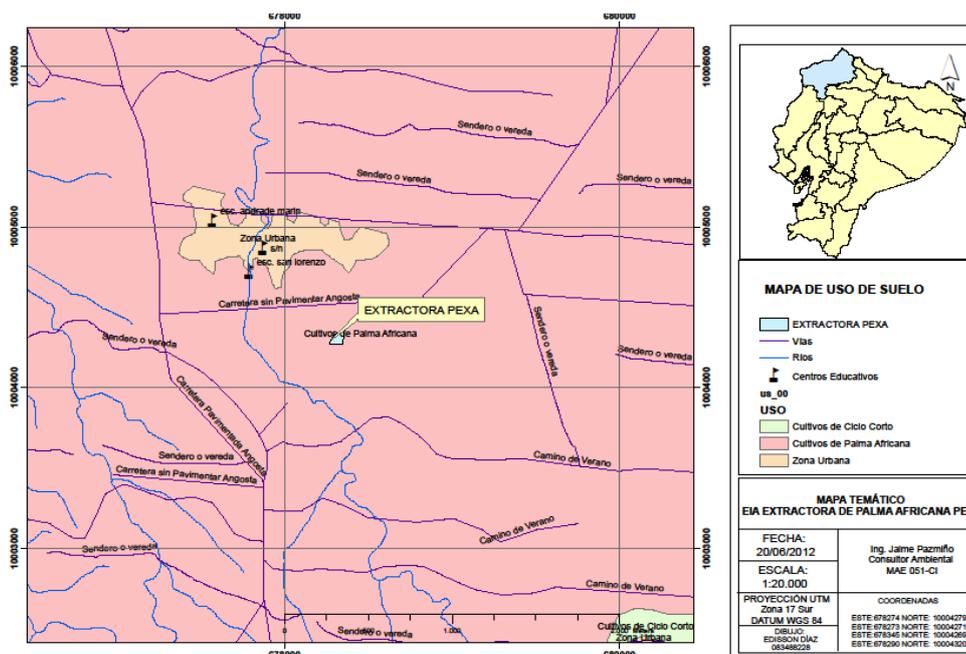


Figura 11-3: Uso del Suelo en las inmediaciones de la Extractora PEXA S.A.
Fuente: Cartografía del Ingeniero Jaime Pazmiño Consultor Ambiental.

3.3.2. *Componente Biótico*

Dentro de este estudio se realizó un análisis de las diferentes especies silvestres que viven dentro del AI. Se enumeraron aquellos ecosistemas sobresalientes de la zona, identificando sus particularidades climáticas y ecológicas.

Además, también se ha analizado la presencia y diversidad de flora y fauna, propios de la costa ecuatoriana, que se han adaptado a vivir con el hombre y sus obras de desarrollo social, industrial y cultural.

3.3.2.1 *Flora*

El área del proyecto pertenece a la formación vegetal Bosque Siempre verde de tierras bajas; en la actualidad no se encuentra vegetación original dentro del AID del estudio, el ecosistema se presenta bien alterado por distintas actividades antropogénicas, principalmente ganadería y agricultura y la vegetación original se restringe a zonas alejadas. En la zona de implementación de la extractora y sus alrededores se registran especies de importancia alimenticia y comercial para la población como: “Palma de coco” *Cocos nucifera*, “Palma africana” *Elaeis guineensis*, “Balsa” *Ochroma pyramidale*, en general rodeadas de “Pastizales” (*Poaceae*). Banano (*Musa spp.*) y pastos (*Axonopus scoparius*) para la ganadería, razón por la cual la vegetación natural ha desaparecido casi por completo.

La vegetación mayoritariamente de cultivos de interés antrópico formada por cultivos de ciclo corto, perennes, cultivos anuales, plantaciones forestales, pastizales y zonas de matorral, la mayor parte es cubierta por Plantaciones de Palma Africana.

En un recorrido por el área se encontraron pocas de aquellas especies, nativas revisadas en el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador estas son cultivadas y comercializadas en los mercados locales, y representan un recurso indispensable para el desarrollo de los sistemas de agricultura sostenible por ejemplo las especies de *Carica papaya* (Papaya), *Annona cherimola* (Chirimoya), *Annona muricata* (Guanábana), *Inga edulis* (Guaba), *Inga spectabilis* (Ingá), *Bixa Orellana* (Achiote), *Theobroma cacao* (Cacaotero), *Gossypium barbadense* (Algodón de Pima). También se encontraron especies maderables como: *Tectona grandis* (Teca) y *Schizolobium parahyba* (Guapuruvú). (BASLEV et al. 1999)

Del estudio y observación de la flora se concluye que las condiciones presentes de la vegetación corresponden a un área muy intervenida con remanentes de bosque asociados a plantaciones perennes y una pequeña extensión de pastizales. En este caso, el principal uso del suelo está íntimamente relacionado con las plantaciones de Palma Aceitera. Las especies de flora más vulnerables son los árboles de maderas finas, cuya abundancia y frecuencia se han visto altamente reducidas por la escontrolada tala indiscriminada.

Entre las especies con mayor grado de amenaza están la caña guadua (*Guadua angustifolia*), el moral fino (*Chlorophora tinctoria*), el guayacán (*Tabebuia chrysantha*), la Jigua (*Nectandra spp.*), el cedro colorado (*Ocotea spp.*), la caoba (*Trichilia pleeana*), y el bálsamo (*Myroxylon peruiferum*).

Otras especies que se adaptan para la siembra dentro de las áreas cultivables de la zona de estudio se enumeran en el siguiente listado: (BASLEV et al. 1999)

Tabla 7-3: Lista de especies vegetales observadas en el AI de PEXA S.A.

Nombre Común	Nombre Científico
Piñón	<i>Jatropha curcas</i>
Laurel	<i>Cordia Allodora</i>
Moral	<i>Morus nigra</i>
Guaba	<i>Inga spp.</i>
Mate	<i>Crescentia kujute</i>
Bototillo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Jaile	<i>Eriotheca ruizii</i>
Moyuyo	<i>Cordia lutea</i>
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>
Cereza	<i>Malgipia spp.</i>
Cade	<i>Phytelephasa equatorialis</i>
Chala	<i>Crotonrivinae folius</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Laurel	<i>Laurus nobilis</i>
Caña guadua	<i>Guadua angustifolia</i>
Ceibo	<i>Ceibal petandra</i>
Matapalos	<i>Ficus spp.</i>
Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>
Cojojo	<i>Acnistus arborescens</i>
Florón	<i>Ipomoea carnea</i>
Palma Real	<i>Attalea colenda</i>
Guasmo	<i>Piptocoma discolor</i>
Samán	<i>Samanea saman</i>
Pechiche	<i>Vitex gigantea</i>

Pachaco	<i>Schizolobium parahyba</i>
Dormidera	<i>Mimosa pigra</i>

Realizado por: Karina Alarcón

3.3.2.2 *Fauna*

Ecuador que es considerado uno de los 17 países megadiversos, con su reducido tamaño (0.17% del tamaño del planeta), alberga 9,2 especies por kilómetro cuadrado, lo que lo convierte en el país con mayor diversidad biológica por unidad de área en el mundo. La presencia de la cordillera de los Andes, la influencia de las corrientes marinas en la franja climática costera, la ubicación del país atravesado por la línea equinoccial entre otros factores permite la formación de gran variedad de microclimas, y el desarrollo de comunidades faunísticas dentro. Los factores climáticos en la zona tropical de la tierra producen un aumento en la humedad y temperatura en la superficie del Ecuador.

La gran riqueza biológica del Piso Tropical en el cual está la Extractora y su AI convierten a este sector noroccidental del país en uno de los más diversos en cuanto a su fauna. (SOBREVILLA & BATH. 1992, p. 124-198)

Pero ésta riqueza se encuentra en peligro debido a las múltiples actividades humanas que se ejecutan, por lo que la realización de inventarios de los seres vivos, es una prioridad estratégica dentro de todo estudio científico y técnico que se elabora en el sector, y tener el conocimiento de las especies que existen, su ubicación y cantidad, ayudan al momento de establecer medidas correctoras referentes a la industria extractora y el desarrollo de nuevos proyectos de estudio actualizados.

La zona de estudio se encuentra dentro del Piso Zoo geográfico Tropical Suroccidental, según el Estudio preliminar de los vertebrados ecuatorianos. En la superficie donde se lleva a cabo el estudio convergen ecosistemas naturales con la presencia de ecosistemas intervenidos y variada vegetación antrópica. Bajo el presente contexto la fauna ha experimentado a lo largo del tiempo, cambios en su hábitat, obligando a las especies a refugiarse en zonas con remanentes boscosos o ecosistemas naturales acuáticos predominantes que aún quedan por la zona. A continuación, se presenta una descripción taxonómica de las especies presentes en el AI, y divididas en sus clases respectivas conforme se encuentran en el estado actual de la zona. (SOBREVILLA & BATH. 1992, p. 124-198)

Tabla 8-3: Especies de aves registradas en el AI de la Extractora PEXA S.A.

Clase	Nombre Científico	Nombre Común
Ave	<i>Leucopternis princeps</i>	Gavilán Príncipe
Ave	<i>Trogón melanurus</i>	Trogón
Ave	<i>Ramphastos spp.</i>	Tucán
Ave	<i>Fregata magnificens</i>	Tijereta o Fragata real
Ave	<i>Picumnus olivaceus</i>	Carpintero oliva
Ave	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola Frijolera
Ave	<i>Querula purpurata</i>	Cuervo
Ave	<i>Penélope purpurascens</i>	Pava
Ave	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán
Ave	<i>Chaetura cinereiventris</i>	Vencejo Ceniciento
Ave	<i>Columbina cruziana</i>	Tórtola Turrenga
Ave	<i>Crypturellus soui</i>	Perdiz
Ave	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro
Ave	<i>Columba livia</i>	Paloma domestica
Ave	<i>Claravis pretiosa</i>	Tórtola
Ave	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina
Ave	<i>Ortalisery thoptera</i>	Guacharaca
Ave	<i>Tyto Alba</i>	Lechuza
Ave	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de cabeza roja
Ave	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero
Ave	<i>Heliodoxa jacula</i>	Colibrí frente verde
Ave	<i>Icterus mesomelas</i>	Cacique
Ave	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo
Ave	<i>Mionectes olivaceus</i>	Mosquerito
Ave	<i>Furnarius cinnamomeus</i>	Hornero del Pacífico

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 9-3: Mamíferos registrados en el AI de la Extractora PEXA S.A.

Clase	Nombre Científico	Nombre Común
Mamífero	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla
Mamífero	<i>Equus ferus caballus</i>	Caballo
Mamífero	<i>Bos taurus</i>	Toro
Mamífero	<i>Bos primigenius taurus</i>	Vaca
Mamífero	<i>Agouti paca</i>	Guanta
Mamífero	<i>Equus africanus asinus</i>	Burro
Mamífero	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa
Mamífero	<i>Oryzomys spp.</i>	Ratón
Mamífero	<i>Didelphis marsupialis</i>	Raposa
Mamífero	<i>Felis yagouaroundi</i>	Gato de monte
Mamífero	<i>Artibeus watsoni</i>	Murciélago
Mamífero	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo
Mamífero	<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro
Mamífero	<i>Lycalopex sechurae</i>	Perro de monte

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 10-3: Reptiles y Anfibios registrados en el AI de la Extractora PEXA S.A.

Clase	Nombre Científico	Nombre Común
Reptil	<i>Podarcis Hispanica</i>	Lagartija Común
Reptil	<i>Boa constrictor</i>	Culebra Matacaballo
Reptil	<i>Pantherophis spp.</i>	Culebra Ratonera
Reptil	<i>Iguana iguana</i>	Iguana
Reptil	<i>Bothrops atrox</i>	Culebra X
Reptil	<i>Micrurus spp.</i>	Culebra Coral
Reptil	<i>Clelia clelia</i>	Chonta o lisa
Anfibio	<i>Bufo spp.</i>	Sapo
Anfibio	<i>Pelophylax perezii</i>	Rana

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 11-3: Peces y moluscos registrados en el AI de la Extractora PEXA S.A.

Clase	Nombre Científico	Nombre Común
Pez	<i>Electrophorus electricus</i>	Anguila eléctrica
Pez	<i>Rhamdia quelen</i>	Bagre
Pez	<i>Eleginops maclovinus</i>	Robalo
Pez	<i>Mujil curema</i>	Lisa
Pez	<i>Acanthistius brasiliensis</i>	Mero
Pez	<i>Umbrina canosai</i>	Pargo de Piedra
Pez	<i>Antennariidae spp.</i>	Pez sapo
Pez	<i>Urotrygonidae</i>	Rayo
Pez	<i>Prochilodus platensis</i>	Sábalo
Pez	<i>Halichoeres dispilus</i>	Vieja
Molusco	<i>Donax dentifer</i>	Almeja
Molusco	<i>Mytilidae spp.</i>	Churo
Molusco	<i>Argopecten purpuratus</i>	Ostión
Molusco	<i>Mytella rigata</i>	Mejillón

Elaborado por: Karina Alarcón

3.3.3. Componente Antropogénico

3.3.3.1 Aspectos Demográficos

La estructura demográfica de los habitantes se ve influida por los procesos socioeconómicos propios de las zonas del litoral, como el comercio, la actividad turística, la pesca, producción agrícola y en menor medida, la producción de artesanías. Su economía se basa en la producción agropecuaria, la riqueza del suelo y del mar; el sector agrícola es el más explotado con cultivos

como el tabaco, café, cacao, palma africana, banano y demás frutas tropicales. La explotación de maderera la pesca y el turismo, constituyen importantes fuentes de ingresos. En la provincia de Esmeraldas residen 534.092 Hab., según el censo de población y vivienda 2010 el cual indica que la población del cantón La Concordia es de 42.924 habitantes.

Tabla 12-3: Sexo y Edad de los habitantes de La Concordia.

Grupos quinquenales de edad	Sexo		
	Varón	Mujer	Total
Menor de 1 año	497	420	917
De 1 a 4 años	2153	2003	4156
De 5 a 9 años	2710	2658	5368
De 10 a 14 años	2662	2549	5211
De 15 a 19 años	2189	2243	4432
De 20 a 24 años	1851	1896	3747
De 25 a 29 años	1643	1782	3425
De 30 a 34 años	1420	1461	2881
De 35 a 39 años	1266	1257	2523
De 40 a 44 años	1096	1112	2208
De 45 a 49 años	1049	947	1996
De 50 a 54 años	854	756	1610
De 55 a 59 años	716	611	1327
De 60 a 64 años	533	460	993
De 65 a 69 años	425	415	840
De 70 a 74 años	340	281	621
De 75 a 79 años	168	141	309
De 80 a 84 años	109	94	203
De 85 a 89 años	45	53	98
De 90 a 94 años	9	30	39
De 95 a 99 años	11	6	17
De 100 años y más	2	1	3
Total	21748	21176	42924

Fuente: Censo de población y vivienda 2010.

Tabla 13-3: Población por Zonas en La Concordia.

Sexo	Área Urbana/Rural		
	Zona Urbana	Zona Rural	Total
Varón	14379	7369	21748
Mujer	14624	6552	21176
Total	29003	13921	42924

Fuente: Censo de población y vivienda 2010

3.3.3.2 Condiciones económicas

La Población Económicamente Activa (PEA) está íntimamente relacionada con el sistema económico que se maneja en el AI y que a su vez interactúa con el mercado regional y nacional. La producción y venta de productos agropecuarios, artesanías, y la actividad turística constituyen el principal mecanismo de inserción laboral de la población, y junto a la dinámica de auto subsistencia, delimita las posibilidades de ocupación de la Población en Edad de Trabajar (PET). Las actividades agropecuarias absorben gran cantidad del trabajo social disponible en poblaciones cercanas al AI del Estudio.

La economía se limita al ámbito local sustentado en la producción agropecuaria y las actividades comerciales que de ellas derivan junto con el comercio local. Estas condiciones se encuentran en la base de empleos e los que se ocupa la población del AI estudiada.

La PET ocupa el 75.27% de la población total de Esmeraldas, mientras que la PEA es de 198559hab. dentro de la Provincia de Esmeraldas, con una predominancia femenina del 65.69%.

3.3.3.3 Vivienda

Las viviendas son construidas de forma heterogénea y de acuerdo a las posibilidades de sus propietarios. Los ingresos económicos que perciben los habitantes inciden en las características de las viviendas.

Según datos del último censo de población y vivienda 2010 La Concordia presenta los siguientes datos:

Tabla 14-3: Tipos de Vivienda encontrados en La Concordia.

Tipo de la vivienda	Área Urbana o Rural		
	Zona Urbana	Zona Rural	Total
Casa o Villa	6616	3550	10166
Departamento en casa o edificio	479	79	558
Cuartos en casa de inquilinato	399	58	457
Mediagua	459	176	635
Rancho	345	570	915
Covacha	69	61	130
Choza	13	29	42
Otra vivienda particular	41	20	61
Hotel, pensión, residencial u hostel	1	-	1
Cuartel Militar o de Policía y Bomberos	1	-	1

Otra vivienda colectiva	1	-	1
Sin Vivienda	-	2	2
Total	8423	4546	12969

Fuente: Censo de población y vivienda 2010.
Realizado por: Karina Alarcón

3.3.3.4 Acceso a Servicios Básicos

De la información recopilada y el recorrido realizado por el sector, cerca de la mitad de los pobladores del Cantón cuentan con una completa cobertura de estos servicios. También se nota la falta de servicios de alcantarillado y la telefonía pública no es accesible en gran parte de la población.

Tabla 15-3: Origen del agua utilizada en La Concordia.

Procedencia principal del agua recibida	Área Urbana o Rural		
	Zona Urbana	Zona Rural	Total
De red pública	2323	1289	3612
De pozo	4716	1761	6477
De río, acequia, vertiente o canal	19	370	389
De carro repartidor	83	8	91
Otro	53	40	93
Total	7194	3468	10662

Fuente: Censo de población y vivienda 2010

Tabla 16-3: Procedencia de la energía eléctrica en La Concordia.

Procedencia de luz eléctrica	Área Urbana o Rural		
	Zona Urbana	Zona Rural	Total
Red de empresa eléctrica de servicio público	6722	2947	9669
Panel Solar	8	8	16
Generador de luz (Planta eléctrica)	21	51	72
Otro	114	46	160
No tiene	329	416	745
Total	7194	3468	10662

Fuente: Censo de población y vivienda 2010

3.3.3.5 *Tenencia de Tierras*

La descripción del componente en la provincia de Esmeraldas, enumera a los propietarios con título, que según el Censo de población y vivienda 2010 corresponde al 63.55% de Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs). En segundo lugar, las UPAs ocupadas sin título con el 8.9%, las tierras comunales representan el 0.19% y las de tenencia mixta el 14.8%.

En el caso de La Concordia y La Independencia, el régimen predominante corresponde a propiedades individuales con título.

Según los datos obtenidos del CPV 2010, los pobladores de La Concordia en su mayoría agricultores, dedican su producción a cultivos tales como: Palma Africana, maracuyá, maíz, yuca, plátano, verde y productos ganaderos.

3.3.3.6 *Comercio*

El tipo de comercio existente se divide en cuatro sectores de acuerdo a la magnitud de actividad: negocios pequeños, negocios medianos, extensiones de grandes plantaciones y la presencia de Extractoras de Palma Africana y otras industrias, dedicadas a satisfacer las necesidades económicas de los pobladores del Cantón y dinamizar la economía local.

Se encuentran además pequeñas tiendas de abarrotes, víveres, bares, mecánicas, restaurantes y venta de herramientas agrícolas primarias, así como un pequeño mercado donde se comercializa al por mayor y menor los productos. El volumen de comercio interno es minoritario, al no existir mayor demanda de productos debido a que sus pobladores trabajan en zonas rurales o en otras parroquias.

La producción industrial aún no está tan arraigada, en el sector por lo que el comercio se limita a la circulación de productos en el sistema local urbano, alimentos y otros productos agrícolas que se despachan desde el sector y las mercancías manufacturadas traídas desde ciudades industrializadas (como Manta, Portoviejo y Guayaquil) para la circulación local.

3.3.3.7 *Salud*

El personal del dispensario del Recinto La Libertad en conjunto con el subcentro de salud de La Concordia, realizan periódicamente campañas de vacunación y charlas educativas para prevención de embarazos adolescentes, vacunación en las escuelas y conformación de brigadas médicas para asistencia a la población; así como también programas de planificación familiar.

Entre las enfermedades más tratadas en La Concordia, los médicos reportan enfermedades respiratorias, problemas de disentería, trastornos digestivos y problemas dermatológicos, de las que se reconocen las siguientes:

- Diarreicas: Gastroenteritis, Parasitosis.
- Respiratorias agudas: Faringitis, Amigdalitis, Bronquitis.
- Dermatológicas: Dermatitis, Micosis.

En este punto los trabajadores de la Extractora PEXA S.A. cuentan con un seguro médico ante cualquier situación de emergencia como de atención primaria de enfermedades, la Empresa ha realizado convenios con entidades de salud de la Provincia de Sto. Domingo. Las capacidades de atención de hospitales y clínicas hacen extensiva la oferta de salud al cantón La Concordia, por lo que ante enfermedades graves o accidentes, se cuenta únicamente con un Subcentro de salud, por lo que los pacientes deberían trasladarse a Santo Domingo, Quinindé, o Esmeraldas para recibir una atención especializada en el caso de necesitarla.

3.3.3.8 *Educación*

Dentro del área de Influencia indirecta al proyecto en la localidad de La Independencia se encuentran en funcionamiento tres establecimientos educativos: se trata de la “Unidad Educativa Mixta Guirol” y las escuelas Andrade Marín y San Lorenzo. A parte de ellas no existen dentro de La Independencia otras instituciones de formación secundaria o superior.

El analfabetismo, a nivel provincial se ha logrado disminuir un cierto porcentaje y según el último censo de población y vivienda del 2010 éste se encuentra alrededor del 9.8%.

3.4. Proceso de extracción del aceite rojo de palma africana

La cadena de producción de la palma africana comprende tres fases: la fase agrícola, de extracción de aceite y el refinamiento industrial, la presente guía describe de forma resumida las actividades de extracción de aceite rojo de palma con los respectivos residuos líquidos y sólidos que se generan en el proceso analizando los riesgos ambientales en el sistema de tratamiento en base a una serie de criterios y factores endógenos y exógenos finalizando con un juicio acerca de la tolerabilidad del riesgo en los receptores vulnerables para orientar la gestión controlada de los escenarios que se presentan con repetitividad.

3.4.1. Abastecimiento de agua para el proceso de extracción

El abastecimiento de agua del Río Cocola con un volumen de 40.000 m³/año, para el consumo en proceso y generación de vapor de la Extractora de aceite de Palma Africana se lo hace a través de un sistema captación del Río Cocola, de donde es bombeada hacia la planta de tratamiento que se encuentra ubicada cerca del área de calderos. Este recurso se utiliza para: el proceso productivo, generación de vapor, para intercambio de calor, limpieza de pisos y paredes, comedor, lavabos, duchas y servicios higiénicos.

3.4.2. Consumo de agua (medio anual)

El consumo de agua para el proceso es 37.000 m³/año y su destino final son las lagunas de oxidación. El agua para uso doméstico es potabilizada en la planta de tratamiento que está construida de hormigón en un volumen 1200 m³/año cuyo destino final son las fosas sépticas. Los 1000 m³/año en la limpieza general, servicios higiénicos y aseo personal. Para áreas verdes se utiliza anualmente aproximadamente 500 m³.

3.4.3. Consumo y abastecimiento de energía

La energía eléctrica para el funcionamiento de las instalaciones es tomada de la red pública 71517 (Kw/mes) pese a eso la Extractora cuenta con un generador eléctrico de emergencia, en particular es abastecida por la red pública y en caso de emergencias por desabastecimiento se genera en la propia planta.



Fotografía 1-3: Planta de Energía

Realizado por: Karina Alarcón

3.4.4. *Materia prima*

El fruto (mesocarpio) de palma africana es la materia prima para obtener el aceite crudo en una cantidad promedio anual de 60.000 (ton/año). De igual manera el agua se constituye en una materia prima principal en un volumen de 37.000 metros cúbicos anuales.

3.4.5. *Generación de vapor*

La extractora de palma aceitera demanda grandes cantidades de vapor, las emisiones de gases de combustión son de origen vegetal. Las fibras que son desechos sólidos del proceso proveen de combustible vegetal para los calderos, quemándose en su totalidad.



Fotografía 2-3: Fibra
Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 17-3: Recepción de fruta

Patio de recepción de fruta	Descripción
 <p>Fotografía 3-3: Patio de recepción fruta Realizado por: Karina Alarcón</p>	<p>Los racimos llegan en volquetas a las instalaciones de la fábrica, mediante un sistema computarizado son pesados en una báscula de 10 m x 3m, (30m²) con una capacidad de 80 Tn. Los pesos se registran por medio de un Software y Hardware que controla y almacena los datos. La fruta que ingresa es descargada manualmente en una pista de cemento. Carece de cubierta.</p>

Consideraciones Técnicas

La recepción de la fruta comprende el punto crucial de intercambio con el palmicultor e involucra la vital operación de verificación de calidad de madurez de la fruta que inicia un proceso bioquímico de descomposición, formando ácidos grasos libres, el proceso se acelera una vez que los racimos han sido cortados de la palma y se conoce como acidificación. La eficiencia de la fábrica extractora para extraer aceite rojo puro de palma se puede evaluar si se conoce la calidad del producto que se recibe, lamentablemente no existe un estimativo del contenido de aceite en el racimo receptado.

La planta extractora procesa racimos de fruto fresco provenientes de muchas fuentes y cuyo contenido de aceite se desconoce, la ORE (eficiencia de recuperación de aceite) se calcula en base a la cantidad de aceite que obtienen. La eficiencia de la extracción normalmente no se evalúa sobre la base de un balance total del aceite que llega a la planta y el que se produce, sino con base en estimativos de las pérdidas en las distintas etapas del proceso.

El conocimiento del EOC (contenido estimado de aceite) le permitirá a la extractora pagar a los cultivadores por el contenido de aceite de su cultivo, lo cual a su vez será un estímulo para que los cultivadores mejoren. De esa forma puede iniciarse un ciclo virtuoso donde se calcula el contenido potencial de aceite en cada entrega de RFF y se utilizará la información para mejorar la producción del cultivo en la plantación y establecer un precio justo que satisfaga las necesidades de los dos sectores.

Tabla 19-3: Esterilización

Esterilizadores Horizontales	Equipo
 <p>Fotografía 4-3: Esterilizador Horizontal Realizado por: Karina Alarcón</p> <p>Con la esterilización se busca detener el proceso de acidificación, acelerar el proceso natural de desprendimiento de los frutos, la inactivación de enzimas degradadoras de aceite y facilitar la extracción del aceite ablandando los tejidos de la pulpa. (Herrera, 1989)</p> <p>Pasos de la Esterilización.</p> <p>a) Desaireación: se introduce los primeros 45m vapor lentamente con el fin de empujar el aire hacia abajo y evacuarlo por las líneas de condensados.</p> <p>b) Ascenso y expansión en un primero y segundo picos: Se realizan con el objeto de expulsar el aire residual que haya</p>	<p>La esterilización se efectúa en esterilizadores cilíndricos horizontales llamados también “autoclaves”, los cuales se fabrican en diversos diámetros, con una o dos puertas de acceso, dependiendo del tamaño y diseño de la planta.</p> <p>Los Esterilizadores tienen un par de rieles internos sobre los cuales se desplazan las vagonetas o canastas hechas en lámina de acero, con perforaciones en el fondo y, a veces, en los costados laterales. Las canastas van montadas sobre un chasis con ruedas provistas de rodamientos o bujes de soporte.</p> <p>Las Plantas cuentan con esterilizadores horizontales, con un tamaño de 14 metros de largo por 1,7 metros de diámetro y otras de 10 m de largo y 1.7 de diámetro, con una capacidad de 4.5 toneladas cada esterilizador.</p> <p>El consumo de vapor en la esterilización es de aproximadamente 180 Kg. /ton de racimos con tres “picos” de expansión (incrementos de la presión y descargas súbitas posteriores).</p> <p>El consumo no es uniformemente repartido durante el tiempo de esterilización. Al inicio del proceso el</p>

<p>podido quedar en el esterilizador y para conseguir un desecamiento de las almendras dentro de las nueces y obtener la mayor recuperación posible.</p> <p>c) Sostenimiento: se alcanza los objetivos principales de la esterilización. La presión se sube y se baja en intervalos de 5, 10 y 15 minutos para finalmente mantener la presión constante y una temperatura aproximada de 147⁰C; el tiempo utilizado en el sostenimiento depende del grado de madurez de los frutos.</p>	<p>esterilizador y la masa de frutos, por encontrarse fríos ocasionan una gran condensación y ello demanda un consumo elevado de vapor, en la primera etapa de la esterilización.</p> <p>La disposición de la tubería, las válvulas y demás accesorios en un esterilizador es relativamente simple pues se tiene solamente una válvula de entrada y una de descarga de vapor y varias salidas inferiores para condensados conectadas a un tubo principal y a una sola válvula para su operación.</p>
Proceso	Consideraciones Técnicas
<p>El fruto se somete a la acción del vapor de agua saturada en autoclaves de diferente capacidad, la esterilización cumple con los siguientes objetivos:</p> <p>a) Inactivar la lipasa: a 60°C se inactiva la lipasa, se requieren temperaturas mayores para las siguientes fases por esta razón se utiliza vapor saturado.</p> <p>b) Facilitar el desprendimiento de los frutos del raquis, ablandando la unión entre ellos.</p> <p>c) Ablandar los tejidos de la pulpa: los tejidos de la pulpa del fruto se debilitan, facilitando el rompimiento de las celdas que contienen el aceite.</p> <p>d) Calentar y deshidratar parcialmente las almendras contenidas en las nueces para facilitar su posterior recuperación: se busca un desecamiento de la almendra que conlleva la evaporación de la humedad del interior, al perder tamaño se desprende de la cáscara que la envuelve y, facilitando de esta forma, el rompimiento de las nueces y la recuperación de las almendras en la sección de palmistería. La desecación o deshidratación general de la fruta también conlleva la evaporación de la humedad del interior de la almendra.</p> <p>e) Coagular las proteínas: las proteínas se encuentran en las celdas que contienen el aceite en el fruto de palma. Con la esterilización se busca coagular dichas proteínas y favorecer la dispersión del aceite en el agua en forma de pequeñas gotas. De lo contrario, se causarían dificultades en la etapa de clarificación para separar el agua del aceite, lo que ocasiona pérdidas mayores en las aguas lodosas de desecho.</p>	<p>Los aceites y grasas son susceptibles de enranciarse o descomponerse por tres vías diferentes:</p> <p>a) La activación de radicales libres o per oxidación: al calentarse el aceite, los radicales que se generan inducen a una absorción de oxígeno del ambiente para formar óxidos y luego peróxidos. En ese estado, el aceite se vuelve viscoso y puede llegar a tornarse venenoso. Por eso, cuando se esteriliza la fruta no debe entrar el aire, sino que se realiza al vacío</p> <p>b) Hidrólisis por la presencia de agua: el agua provoca la hidrólisis de los radicales grasos y se restituyen algunas moléculas de ácido original. Esto trae como consecuencia una cadena de reacciones que provocan que el aceite tome un olor y sabor astringente. Por eso, el aceite debe ser secado.</p> <p>c) Por medio de microorganismos: los radicales son atacados por enzimas de hongos y bacterias que secretan lipasas generando una degradación del triglicérido. El olor repulsivo es característico de ese mecanismo degradante.</p> <p>- La fase del proceso donde las extractoras enfrentan mayores pérdidas de aceite proviene del deficiente proceso de esterilización, mientras más largo sea el proceso de esterilización el goteo del aceite de las frutas quedará retenido en el racimo vacío, para recuperar el contenido de aceite se debe realizar otra</p>

<p>f) Hidrólisis y descomposición del material mucilaginoso: el fruto de palma contiene gomas y almidones (carbohidratos) que pueden formar soluciones coloidales (sustancias gelatinosas) en el aceite crudo, dificultando luego el proceso de clarificación. Dependiendo de la temperatura y el tiempo de esterilización, los almidones y carbohidratos pueden absorber agua (hidrolizarse) en mayor o menor grado. Se ha demostrado que a temperaturas superiores a 120°C estas materias gelatinosas son hidrolizadas, descompuestas o coaguladas.</p>	<p>esterilización que no es conveniente para la empresa y si el racimo es muy grande o la fruta es inmadura el aprovechamiento del aceite es menor.</p>
---	---

Tabla 21-3: Desfrutación

Cilindro o Tambor de desfrutación	Equipo
 <p>Fotografía 5-3: Tambor de desfrutación Realizado por: Karina Alarcón</p>	<p>El equipo está constituido básicamente por un tambor en forma de jaula que gira sobre un eje central, con una capacidad de 12 Tn, un diámetro de 2.45 m y una longitud entre 5.6 m y forma el cilindro con una serie de barrotes colocados longitudinalmente y constituidos por perfiles del tipo de canal “U” o “Te” o platinas planas puestas radialmente.</p>
Proceso	Consideraciones Técnicas
<p>El desfrutado es la separación mecánica de los frutos de los racimos, se efectúa en un desfrutador de tambor rotatorio, en el cual los racimos van girando dentro del tambor y al llegar a la parte superior caen y se golpean, desprendiendo los frutos. Los barrotes se encuentran separados suficientemente para permitir el paso de los frutos sueltos y no de las tusas. El tambor gira a una velocidad de y 23 r.p.m.</p>	<p>Los racimos recolectados en las plantaciones ingresan al proceso sin una previa limpieza, por ende, arenas, insectos, o cualquier otra impureza pasa de los esterilizadores a los desfrutadores al girar se desprende la fruta y también estos residuos que junto con el agua o el fruto pueden seguir en el proceso dificultando su separación con el aceite, finalmente terminan en las lagunas en pequeñas cantidades.</p>

Tabla 22-3: Digestión

Bajante del digestor a la prensa	Equipo
 <p>Fotografía 6-3: Bajante del digestor a la prensa Realizado por: Karina Alarcón</p>	<p>Los digestores son recipientes cilíndricos verticales con un eje rotatorio central, al cual se encuentran montados algunos pares de brazos agitadores que ocasionan la maceración de los frutos. Las extractoras con una producción media disponen de tres digestores con capacidad: de 4 toneladas cada uno.</p> <p>Los digestores tienen interiormente, sobre la pared, unas pequeñas paletas fijas que evitan que la masa gire junto con los brazos agitadores.</p>
Proceso	Consideraciones Técnicas
<p>La pulpa, también llamada mesocarpio, tiene un espesor que varía entre 4 y 8 mm de acuerdo con la variedad de fruto; posee una corteza externa que la cubre y está conformada por un gran número de celdas minúsculas. Estas celdas son de forma irregular, contienen aceite y están pegadas entre sí, por medio de un cemento intercelular (una especie de almidón) y a un esqueleto de fibras duras. Este cemento es soluble sólo en agua muy caliente (95 – 100°C) y por lo tanto, el conjunto se puede desintegrar en grupos de celdas de aceite y material fibroso en la medida en que el cemento se disuelva.</p> <p>El aceite calentado en el digestor reduce considerablemente su viscosidad y así se facilita su extracción (en esa forma tiene mayor circulación a través de los pequeños espacios llamados capilares) dentro de la torta en proceso de prensado.</p> <p>Por la acción agitadora y de maceración del digestor, las paredes de las celdas que contienen el aceite tienden a romperse, de tal manera que, el aceite se suelta espontáneamente y puede ser fácilmente expulsado fuera de las celdas rotas durante el proceso de extracción por presión.</p> <p>El aceite liberado en el digestor desciende a la parte inferior del recipiente y se procura separarlo de la masa de frutos a través de una caja con láminas perforadas, ubicada en el conducto de descarga, por medio de una tubería.</p>	<p>El buen estado de los brazos de maceración es muy importante para obtener una buena digestión. Deben, por lo tanto, efectuarse revisiones periódicas para reemplazarlos en caso de uso excesivo.</p> <p>Los frutos son recalentados, la pulpa es desprendida de las nueces y macerada para la extracción por prensado. Los frutos dentro del digestor trabajan a una temperatura de alrededor de 90 a 95°C, con el fin de disminuir la viscosidad del líquido aceitoso y facilitar su evacuación durante el prensado. Una temperatura mayor de 95°C no es conveniente pues el líquido se aproxima al punto de ebullición del agua, dando origen a burbujas de vapor que empujan hacia arriba el aceite impidiendo su caída libre, con lo cual, se mantiene una lubricación de las paletas agitadoras y no permite el desgarramiento efectivo de todas las celdas que contienen el aceite.</p> <p>Los factores que ocasionan la mala digestión son: a) Suministrar calor insuficiente en forma de vapor para aumentar la temperatura de la fruta digerida a 100°C.</p> <p>b) Colocar brazos de dirección que no sean lo suficientemente largos para formar una capa de material seco en la pared del digestor.</p> <p>c) Alinear los brazos de dirección en forma tal que no den a la fruta un movimiento ascendente y descendente cuando pasa el brazo.</p> <p>e) No controlar el nivel del digestor.</p>

Tabla 23-3: Prensado

Prensas	Equipo
 <p>Fotografía 7-3: Prensas Realizado por: Karina Alarcón</p>	<p>Las prensas están compuestas por una canasta perforada horizontal de forma cilíndrica doble y por dos tornillos del tipo sinfín. Los frutos digeridos son prensados dentro de la canasta por acción de dos tornillos sinfín de paso regresivo, girando paralelamente en sentido contrario. La contrapresión la ejerce cada tornillo, el uno contra el otro mutuamente y trabajan además contra unas piezas cónicas colocadas en los extremos de la canasta y operadas hidráulicamente. Las máquinas de las extractoras tienen una capacidad de 12 toneladas por hora.</p>
Proceso	Consideraciones Técnicas
<p>La etapa de prensado busca extraer la fracción líquida de la masa de frutos que sale del digestor y que está compuesta por aceite de pulpa de palma, por agua y por una cierta cantidad de sólidos que quedan en suspensión en el agua.</p> <p>La masa desaceitada (torta) la cual está compuesta por fibra y nueces, pasa al proceso de desfibración. Para facilitar la salida del aceite durante el prensado, se agrega agua caliente, cuya cantidad debe controlarse estrictamente para asegurar una buena extracción, por una parte. Además, para obtener una adecuada dilución del aceite crudo, de modo que se facilite su clarificación posterior</p> <p>Residuos producidos:</p> <p>a) Las nueces del fruto y las fibras producidas en el proceso de prensado, el cual es conducido mediante sinfines para la separación, donde se utiliza una columna vertical a través de la cual pasa un flujo de aire ascendente a una velocidad determinada la fibra sube y las nueces caen al fondo de la columna de separación. Las nueces pasan al tambor para ser recolectadas en camiones y ser enviados a una fábrica de palmistería. La fibra recogida sirve como combustible de las calderas y como abono natural en las plantaciones.</p> <p>b) Una mezcla de aceite, agua y lodos que pasa a la etapa de clarificación</p>	<p>La fibra separada de las nueces es recogida para su posterior combustión su alto contenido de humedad y su naturaleza genera grandes cantidades de humo junto con material particulado. La implementación de ciclones controla las emisiones hacia la atmósfera.</p> <p>Existe un arrastre de variedades cantidades de arena e impurezas vegetales (pedazos de nuez y fibra) hasta el prensado mecánico del fruto que se presentan como sólidos insolubles (fase dispersa) a través del proceso de decantación se busca retirarlos del sistema. Para lo cual es necesario la adición de agua que diluye el licor de prensa con el fin de incrementar las velocidades de separación. Disminuir la concentración de sólidos en suspensión y favorecer el transporte de la mezcla hasta los tamices vibratorios filtrantes.</p> <p>Costo del ciclo de vida media y rango efectivo de operación de los tornillos para prensado de aceite crudo</p> <p>Un estudio desarrollado por el área de Procesamiento dirigido por Cenipalma concluyó que la altura es la dimensión crítica en la funcionalidad del tornillo, al alcanzar pérdidas superiores al 6 % en su valor inicial. Para el caso del espesor, puede llegar a perder hasta 30 % sin que la funcionalidad afecte el desempeño de la prensa. Con los datos experimentales de la prueba se determinó que la vida útil para el tornillo de prensado</p>

	<p>para prensas está dada por la reducción en el rendimiento del módulo de APC, provocando una reducción en la eficiencia real de producción. En la prueba se determinó el replazo del componente en 750 horas de operación, tiempo que puede variar, dependiendo del tipo de material utilizado, características de fundición y dimensiones con que esté construido el componente, por lo que se deberá hacer una nueva prueba teniendo como variable de respuesta la capacidad de prensado. Reconocido el desgaste y la disminución de capacidad de prensado como el factor determinante de la vida útil del componente, los esfuerzos para la reingeniería del componente se darán en buscar materiales, procesos industriales o recubrimientos con mayor resistencia al fenómeno de desgaste.</p>
--	---

Tabla 24-3: Clarificación

a) Clarificador Continuo	Equipo
 <p>Fotografía 8-3: Clarificador Estático Realizado por: Karina Alarcón</p>	<p>El aceite crudo es bombeado hacia el clarificador continuo de 24 m³ de capacidad, el cual tiene un ciclón de alimentación que cumple la función de disipar la presión con la cual se transporta el líquido, evitando la turbulencia al interior del equipo. No se calienta permanentemente la mezcla en el tanque con el uso de vapor directo para evitar la formación de turbulencia ya que ésta haría que tiendan a mezclarse nuevamente las capas separadas.</p> <p>El aceite se alimenta en una zona por debajo de la capa de aceite, a una distancia tal que se pueda alcanzar la separación en un tiempo relativamente rápido.</p>
b) Centrifuga de Lodos	Equipo
 <p>Fotografía 9-3: Clarificador Dinámico Realizado por: Karina Alarcón</p>	<p>Dentro de la centrífuga hay una parte rotatoria o “bowl” que gira sobre dos ejes soportados por rodamientos: uno macizo y otro hueco. A través de éste último pasa el tubo de alimentación de lodos aceitosos. Debido a que el eje hueco gira alrededor del mencionado tubo de entrada los lodos del interior del “bowl” tienden a salirse por el espacio que hay entre el eje y el tubo. Para evitarlo se inyecta agua caliente que empuja los lodos hacia dentro y hace el sello. En la entrada del agua caliente hay un juego de empaques que a su vez evitan la pérdida del agua de sello.</p>

Proceso	Consideraciones Técnicas
<p>La clarificación es el proceso mediante el cual se separa y purifica el aceite de la mezcla líquida extraída en las prensas, la cual contiene aceite, agua, lodos livianos (compuestos por pectinas y gomas) y lodos pesados (compuestos por tierra, arena y otras impurezas). Para lograr dicha separación, se aprovecha la característica de inmiscibilidad entre el agua y el aceite.</p> <p>El proceso de clarificación se divide en dos partes:</p> <p>a) Clarificación estática (por decantación): en esta etapa se logra separar el 90% del aceite aproximadamente.</p> <p>b) Clarificación dinámica (por centrifugación): en esta etapa se requiere movimiento por fuerza centrífuga para obtener la separación, con una recuperación de alrededor del 10% de aceite. En la centrifugación se aprovechan los mismos principios de la clarificación estática, pero la separación ocurre con una velocidad mucho mayor, mediante fuerzas centrífugas. El agua y los lodos pesados salen por las boquillas o toberas y el aceite y los lodos livianos se concentran en el centro y son descargados por un tubo recolector llamado “recuperador”.</p> <p>EL SEDIMENTADOR DE ACEITE: el aceite clarificado pasa a los tanques sedimentadores en donde por reposo, las partículas pesadas se van decantando y de allí se bombea el aceite a los secadores al vacío.</p> <p>LOS SECADORES AL VACIO: operan entre 70 y 80 °C. Allí se evapora la humedad del aceite mediante un vacío de alrededor de 27.5 pulgadas de columna de mercurio (el agua se evapora a unos 55°C a ese vacío).</p> <p>TANQUES DE AGUAS LODOSAS-FLORENTINOS</p> <p>Los lodos del clarificador pasan al tanque receptor de aguas lodosas, el aceite menos denso que el agua se ubica en la parte superior de los tanques facilitando su recuperación y de allí se bombean a los ciclones desarenadores.</p> <p>Los florentinos son fabricados en material de cerámica y son automáticos, para una mayor duración y una reducción de las pérdidas de aceite en los lodos pesados separados.</p> <p>Estos tanques disponen de una entrada de agua caliente que funciona con una válvula de flotador cuando se baja el nivel de lodos. En el nivel bajo se dispone también de un interruptor de flotador que acciona una alarma.</p>	<p>El proceso de clarificación comprende una serie de operaciones unitarias para la separación y purificación de la fase aceitosa del licor crudo. La sedimentación de los sólidos insolubles (fase dispersa) es a través de la clarificación estática permite el desplazamiento libre por medio de la fase continua o medio fluido (aceite) por acción de la gravedad. La separación se facilita por la inmiscibilidad de las fases presentes, formando dos capas en donde el aceite al poseer menor densidad, asciende. Para que se cumpla este tipo de procesos la extractora utiliza un decantador gravitacional, que dependiendo de sus características recupera hasta el 85% del volumen total de aceite presente en el licor crudo a bajos costos.</p> <p>La eficiencia del proceso de clarificación estática a veces se ve interrumpida por factores como el tamaño de las gotas de aceite, la viscosidad de la mezcla previa a la separación, emulsificando los lodos con el aceite y evitando que desciendan fácilmente.</p> <p>Los excesos de temperatura ocasionan daños de tipo fisicoquímicos y dificultan el proceso de clarificación. Se recomienda que la temperatura en licor sea de 90⁰ C ± 5⁰ C, con lo que se asegura una viscosidad baja de la base continua, que disminuye el grado de fricción que se opone a la separación de las gotas de lodo y se favorece la diferencia de densidades que promuevan la separación.</p> <p>Una elevada concentración de sólidos en la fase continua ocasiona una mayor viscosidad de la suspensión, lo que dificulta el proceso de separación, siendo necesario una dilución volumétrica 1.4/ 1.0 aceite: agua (% Vol. Aceite/% Vol. Agua) en el licor crudo de prensas, para mejorar la fluidez en el medio y obtener una mayor velocidad de sedimentación y eficiencia en la recuperación del aceite. De esta manera se evita capas de lodos superficiales sobre el aceite y taponamiento en las tuberías. Cabe resaltar que la clarificación con exceso de agua se vuelve ineficiente, pues ascienden con facilidad materias mucilaginosas (gomas) y forman una capa intermedia o tercera capa (lodos livianos) que evita la separación posterior de las dos fases.</p>

3.4.6. Volumen de Efluente Generado En El Proceso

El volumen del efluente se determina en función de la fruta que ingresa al proceso de extracción, por mediciones en planta se ha llegado a determinar los siguientes valores

Clarificación.	0,43 m ³ / Tonelada De Fruta
Esterilización.	0,12 m ³ / Tonelada De Fruta
Hidrociclones	0,05 m ³ / Tonelada De Fruta
Agua Total	<u>0,60 m³/ Tonelada De Fruta</u>

Fuente: Trabajo e inspección de Campo

Caudal del Efluente que va a las Lagunas de Oxidación

Caudal = 60000 ton procesada al año X 0,60 m³/ Ton de Fruta = 37.000 m³/año

Composición Química del efluente

Composición química: Efluentes de origen de aguas de clarificación, condensados de esterilización, purgas de calderas, son datos promedio que se presentan en las plantas de extracción a nivel de Ecuador y Colombia, elemento cantidad (ppm), Potasio 1,620 ppm, Nitrógeno 900, Magnesio 300 ppm, Fósforo 120 ppm, Calcio 320 ppm, Hierro 120 ppm, Aceite 8.000 ppm, Sólidos suspendidos 19.500 ppm, Sólidos totales 44.000 ppm, pH 4.5, DBO 25.000 ppm, DQO 54.000 ppm

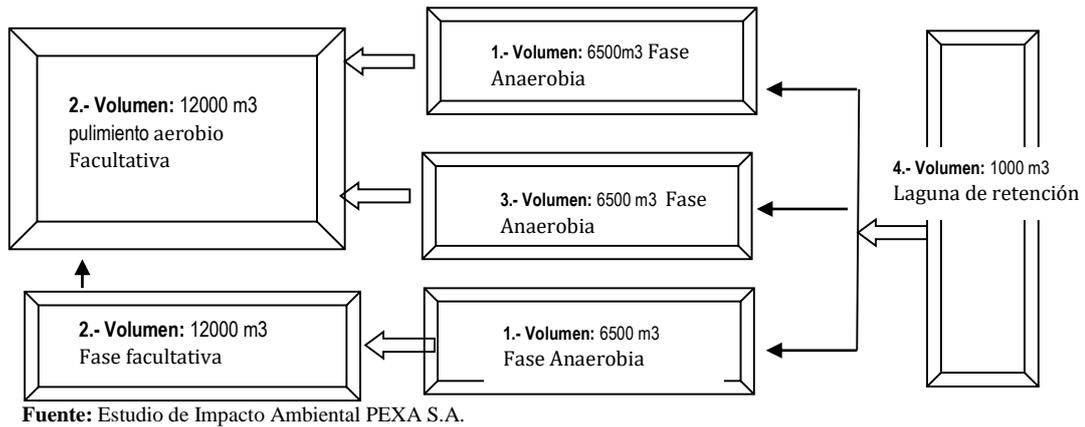
Tabla 25-3: Descripción, características, cuantificación y destino de residuos

DESECHO	CANTIDAD	ORIGEN	DESTINO
Fibra	9000 ton/mes	Área de prensado	Combustible de calderos
Raquis	12600 ton/ mes	Desfrutador	Abono para terrenos de cultivo
Cenizas	60 ton/ mes	Del interior de la caldera	Abono, material para vías internas
Efluente del proceso	37000 m ³ /año	Salida de esterilizadores, trampas de vapor, clarificadores y centrífuga	Lagunas de Estabilización
Agua de limpieza	1200 m ³ /año	Mantenimiento de la planta	Lagunas de Estabilización
Lodo de lagunas	900 ton/año	Lagunas de Estabilización	abono para las plantaciones

Realizado por: Karina Alarcón

Del levantamiento de la línea base en la Extractora se ha recabado información sobre el régimen de producción el cual es alrededor de 12000 ton/año de aceite de palma y 6600ton/año de nuez o palmiste con un itinerario de trabajo de 10 horas al día, 5 días a la semana y 52 semanas al año siempre que las condiciones climáticas lo favorezcan.

3.5. Sistema de tratamiento del Efluente por Lagunas de Oxidación



3.5.1. Área y volumen para el tratamiento del efluente:

Volumen Total: 32.000 m³

Área lámina de agua zona retención y acondicionamiento de lodos: 500 m²

Área lámina de agua zona digestión de lodos fase anaerobia: 2500 m²

Área lámina de agua fase Facultativa: 2300 m²

Área lámina de agua fase pulimento: 4100 m²

Volumen fase retención y acondicionamiento de lodos:

- Retención arena y lodo pesado: 900 m³
- Retención aceite y lodo pesado: 1300 m³
- Maduración y acondicionamiento: 2000 m³

Volumen fase anaerobia: 18000 m³

Volumen fase Facultativa: 4000 m³

Volumen fase pulimento: 8.000 m³

La capacidad de una planta extractora se mide en toneladas de racimos con frutos frescos que procesa por hora (t RFF h-1). Hay plantas pequeñas que procesan una tonelada por hora, pero las más comunes tienen capacidad para procesar de 2 a 60 toneladas por hora. Se requiere la

producción de unas 200 hectáreas de plantación para producir 1 t RFF h-1 por lo que una extractora común, necesita abastecerse con la producción de dos mil a tres mil hectáreas.

3.5.2. *Reseña de la Extractora tomada como modelo PEXA S.A.*

La empresa que se tomó como modelo funciona desde al año 1976, y las primeras lagunas entraron en operación hace aproximadamente 34 años, actualmente se dedica a la extracción de aceite rojo de palma africana, posee una capacidad de proceso 14 Tn/h de fruta fresca.

Los efluentes generados en el proceso de extracción de aceite de palma africana, corresponden a aguas de clarificación, limpieza de los tanques de almacenamiento, por tanto, son mezclas aceitosas y sólidos sedimentados. Otra fuente son las purgas de vapor y condensados de vapor, que son líquidos totalmente descontaminados por ser producto del paso de agua vapor a agua líquida.

Estos efluentes son canalizados por tubería, a un tanque llamado florentino, que consiste en el proceso primario de separación física de grasas, complementando con un tratamiento secundario microbiológico, que consta de cinco lagunas de oxidación que cumplen con el proceso de degradación por digestión anaeróbica, facultativa y aerobia, estas lagunas están diseñadas de tal forma que puedan evitar infiltraciones, se ha sembrado pasto Vetiver el mismo que por tener raíces profundas superiores a cinco metros nos permite estabilizar la piscina y formar paredes compactas e impermeables que sirven para detener el efluente y la materia orgánica.

Las primeras dos lagunas se excavaron con una profundidad de 6 a 8 metros sin ninguna consideración técnica para contener las aguas aceitosas del proceso, la primera laguna (Laguna de Retención) permitía la recuperación del aceite para su posterior utilización en la industria (jabonería), actualmente actúa como laguna de retención, enfriamiento y regulación del caudal. La acidez del efluente de proceso de extracción y el reducido mantenimiento impiden su recuperación.

La segunda laguna recibió grandes cantidades de materia orgánica durante 21 años, cesando sus funciones por colmatación de lodos.



Fotografía 10-3: Laguna colmatada año 2015

Realizado por: Karina Alarcón

Se construyó otro sistema de lagunas hace aproximadamente 15 años ubicadas al lado de las antiguas lagunas conectadas en paralelo a través de tuberías internas pasan a los tres tanques disipadores y funcionan de forma anaeróbica, por diferencia de altura a través de una tubería interna están conectadas en serie al segundo par de lagunas una facultativa y otra de pulimiento aerobio, estas lagunas no recibieron un mantenimiento continuo y adecuado permitiendo el ingreso de maleza de tal forma que ha tapado en su totalidad el agua dificultando el acceso a las mismas para efectuar la limpieza

3.5.3. *Laguna de enfriamiento y retención*

La función básica de la laguna de retención es retener las aguas residuales por un periodo de tiempo suficiente que permite la sedimentación de sólidos y el enfriamiento del agua residual para el óptimo funcionamiento de los microorganismos que en la siguiente laguna requieren temperaturas menores a 37⁰C. La materia orgánica en la laguna varía durante el día y a través de la semana por lo cual esta laguna cumple con la función de darle al flujo del líquido menores fluctuaciones comparativamente con una descarga directa. El diseño de la laguna se basa en el tiempo de retención hidráulica que corresponde de 2 a 3 días.

En la temporada seca la evaporación de las lagunas es muy elevada, permite la concentración de aguas lodosas y por lo tanto de la carga orgánica es necesario la recirculación del efluente final para neutralizar la acidez y mejorar la descomposición. En la temporada lluviosa la carga orgánica es regulada y diluida por las continuas precipitaciones.



Fotografía 11-3: Laguna de Retención 2015
Realizado por: Karina Alarcón

3.5.4. *Laguna anaerobia*

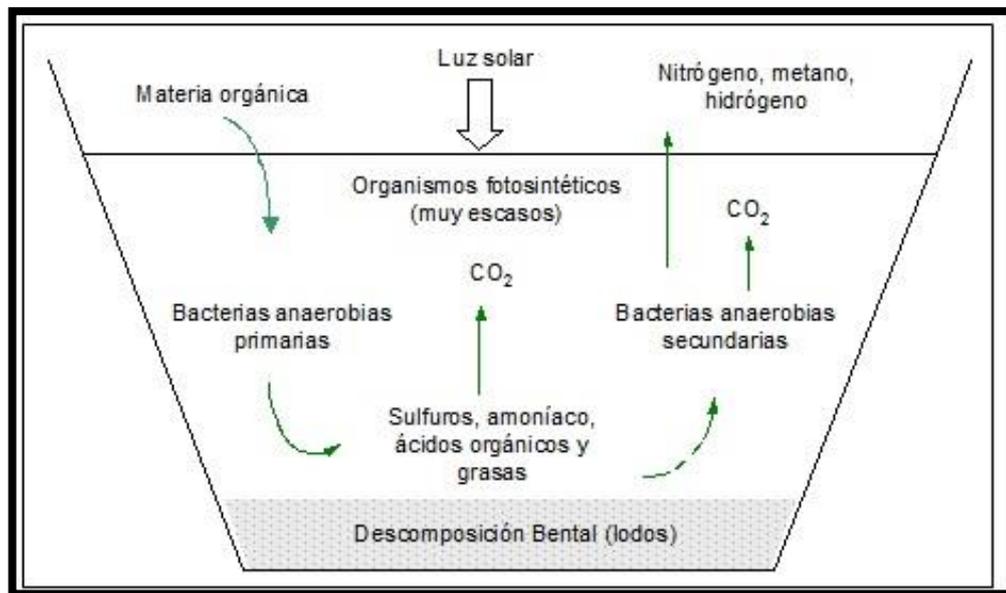


Figura 12-3: Esquema Laguna Anaerobia
Fuente: http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php.Aguas_residuales_.pdf

La digestión anaerobia se realiza en dos etapas: una deformación de ácidos a partir de la materia orgánica y otra de formación de metano a expensas de los productos obtenidos en la primera fase.

La digestión anaerobia del efluente en una planta extractora de aceite de palma genera inmensas cantidades de biogás; alrededor de 28 m³/t de efluentes tratadas. El biogás contiene alrededor de 65% de metano y 35% de bióxido de carbono y pequeñas cantidades de sulfuro de nitrógeno. (Fedepalma, 2000)

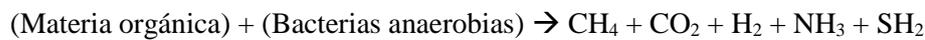
Las lagunas anaerobias permiten, retener la mayor parte de los sólidos en suspensión que pasan a incorporarse de forma gradual a la capa de fangos acumulados en el fondo para formar una capa biológicamente activa susceptible de ser degradada por los microorganismos que allí se

desarrollan. Tanto el lodo asentado como el material flotante proveen área superficial para el crecimiento microbial, con el incremento de lodos sobre el tiempo de retención hidráulica.

En una laguna anaerobia probablemente dominan las bacterias anaerobias estrictas y facultativas como las *Bacteroides*, *Bafidobacterium*, *Clostridium*, *Lactobacillus* y *Streptococcus*.(CIPAL, 2009)

3.5.4.1 Principios de funcionamiento

En una laguna anaerobia la descomposición bacteriana de la materia orgánica se puede simbolizar por la reacción clásica de Chongrak Polprasert:

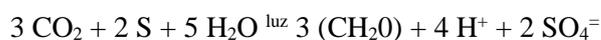
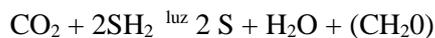


3.5.4.2 Respiración

Los microorganismos anaerobios estrictos respiran anaeróticamente, utilizando como aceptor el SO_4^- o el CO_3^- . También pueden obtener la energía por medio de la fermentación.

Los anaerobios facultativos respiran, en condiciones anaerobias, utilizando el NO_3^- como aceptor. También pueden realizar un metabolismo fermentativo e incluso fotosintético.

La fotosíntesis también puede darse en condiciones estrictamente anaerobias, ya que el oxígeno no desempeña ningún papel durante el proceso (es un producto de la fotosíntesis). En este caso no tiene lugar la oxidación del agua, y sí la de un compuesto reducido, como puede ser el SH_2 , de acuerdo con la reacción siguiente:



La mayoría de los microorganismos que la realizan son anaerobios estrictos. En los anaerobios facultativos, el metabolismo fotosintético se interrumpe en presencia de O_2 , utilizándose en este caso la respiración como fuente de energía.

El oxígeno aquí generado sirve para oxidar los gases producidos durante la fermentación, con lo que se evita parte de los malos olores. Los organismos facultativos se encargan de consumir este oxígeno durante su metabolismo y mantener así una zona anaerobia más profunda, donde tiene lugar la metanogénesis.

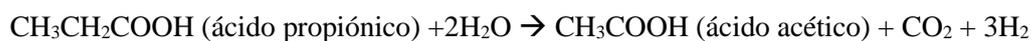
3.5.4.3 Fermentación ácida

Es la primera etapa de la degradación de la materia orgánica, debido a la acción de microorganismos anaerobios facultativos (bacterias formadoras de ácidos), se produce la hidrólisis de los diferentes compuestos orgánicos presentes en el agua, de la cual se obtienen principalmente pequeñas cadenas de ácidos orgánicos volátiles.

Estos organismos facultativos son activos en un rango de pH bastante amplio que va desde 5,5 a 8,4. De igual forma, toleran un amplio rango de temperaturas (5°- 60° C)

Las grasas y aceites, son convertidas en glicerol y ácidos grasos que serán transformados en ácidos orgánicos, aldehídos y alcoholes. Estas moléculas orgánicas complejas entran en un proceso lento de hidrólisis realizado por enzimas extracelulares, las bacterias fermentativas acidogénicas son las responsables de producir ácidos orgánicos (acético, propiónico, butírico, fórmico, láctico), alcoholes y cetonas.

Las bacterias acetogénicas como la *syntrobacter wolinii* y la *syntrophomonas wolfei* producen acetato, H₂, y CO₂, que sirven como sustrato para las bacterias metanogénicas. Las bacterias acetogénicas requieren una presión parcial de hidrógeno baja para que haya una buena producción de acetato y de metano. Si la presión parcial de H₂ es alta, la conversión a acetato es baja y la descomposición se inclina hacia la formación de ácido propiónico, ácido butírico y etanol, reduciendo la producción de metano. La conversión de etanol, ácido propiónico y ácido butírico por las bacterias acetogénicas se representa en las siguientes reacciones:



3.5.4.4 Fermentación metanogénica

Los ácidos volátiles producidos en la etapa anterior son convertidos por las bacterias metanogénicas (formadoras de metano) en CH₄ y CO₂. De estas últimas se han aislado numerosas especies (*Metanococcus*, *Metanosarcina*, *Metanobacterium*), observándose, además, que cada especie puede fermentar únicamente un determinado grupo de ácidos.

Estos organismos son estrictamente anaerobios, y muy sensibles a los cambios de pH y temperatura.

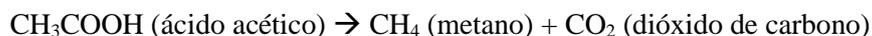
Para que la fermentación metanogénica se produzca, es necesario que el medio sea alcalino y tenga un pH comprendido entre 6,8 y 7,2. Si en el medio existe una concentración elevada de sulfatos, es necesario que primero éstos sean reducidos a SH_2 , ya que el proceso de reducción impide la metanogénesis. La temperatura es un factor importante, ya que afecta al tiempo de generación de las bacterias. En condiciones óptimas, las bacterias metanogénicas tienen un tiempo de generación relativamente alto (2 –20 días) que aumenta al disminuir la temperatura. En este sentido, la profundidad garantiza la anaerobiosis de la zona, pero no demasiado, pues si la temperatura del fondo es inferior al 15°C , se afecta la producción de gas.

El diseño de estas lagunas tiene que prever una profundidad suficiente para el almacenamiento de los lodos. Este es mayor durante el invierno, debido a la poca actividad de los microorganismos. Una profundidad de 2,7 a 3,6 metros es suficiente para el buen funcionamiento de éstas.

3.5.4.5 *Formación de metano:*

El metano es un gas combustible e inodoro, y el dióxido de carbono es un gas estable, que forma parte en poca cantidad de la composición normal de la atmósfera. La liberación de estos gases es responsable de la aparición de burbujas, que son un síntoma de buen funcionamiento en las lagunas anaerobias.

Las bacterias acetogénicas crecen mucho más rápido que las metanogénicas, aproximadamente 25 veces más rápido. Las metanogénicas se desarrollan lentamente en aguas residuales, su tiempo de generación oscila entre 3 días a 35°C y hasta 50 días a 10°C . Las metanógenas hidrogenotróficas convierten hidrógeno y CO_2 en metano, ayudando a mantener una presión parcial de H_2 baja: las metanógenas acetotróficas o acetoclásticas convierten acetato en metano y dióxido de carbono



La producción de metano puede ser aprovechada como energía porque posee un valor calórico de aproximadamente $36\,500 \text{ kJ/m}^3$.

Para que se produzca la reducción del sulfato es necesario que la concentración de oxígeno disuelto en el agua sea inferior a $0,16 \text{ mg/l}$, la temperatura mayor a 15°C y el potencial Redox comprendido entre 100 y 300 mv a pH 7.

El SH_2 liberado se difunde a las capas superiores, creando problemas de olor al entrar en contacto con la atmósfera. si existe algo de oxígeno en la zona superficial, puede oxidarse espontáneamente. Los organismos proteolíticos descomponen las proteínas y aminoácidos en

amoníaco, liberándose el azufre orgánico en forma de SH₂; otra fuente de liberación SH₂ del se debe a la actividad de las bacterias reductoras del sulfato (*Desulfovibrio desulfuricans*). Estos organismos reducen el sulfato utilizando los ácidos orgánicos del medio (acético, láctico, butírico), como aceptores de hidrógeno.

Por otro lado, la presencia de SH₂ en el medio favorece la precipitación de los metales pesados.

3.5.4.6 Parámetros de control

pH: Debe ser superior a 6.8, pues a valores inferiores la actividad metanogénica disminuye y cesa, liberándose H₂S y otros compuestos que pueden dar lugar a malos olores.

Temperatura: el crecimiento de las bacterias metanogénicas, es óptimo en un intervalo de 30-35° C. El afluente llega a las lagunas después del proceso de extracción con una temperatura entre 55 y 60 ° C la implementación de una laguna de retención permite controlar la temperatura para los requerimientos de la siguiente laguna.

Tiempos de retención: si el tiempo de retención es pequeño, será suficiente para la realización de las dos primeras fases, pero no para la metanogénica. Esto conllevará la aparición de malos olores y bajo rendimiento en eliminación de materia orgánica. El tiempo de retención promedio del agua en la laguna es de 20 a 50 días; si el tiempo de retención es demasiado grande, comenzarán a aparecer algas en la superficie, siendo el oxígeno producido por estas la causa de muerte de las bacterias metanogénicas.

Formación de espumas: las espumas flotan en la superficie, evitando las pérdidas de calor y la liberación de malos olores.

Tabla 26-3: Rendimientos medios de depuración que pueden ser obtenidos en las lagunas anaerobias.

PARAMETRO	RENDIMIENTO
Sólidos en suspensión	50-65 %
DBO ₅	50-60 %
DQO	45-60 %
Nitrógeno	0-15 %
Fósforo	0-5 %

Realizado por: Karina Alarcón

La eficiencia del tratamiento en la teoría ya es escasa (+/- 50 – 60 %), pero en la práctica aún es menor, debido a la enorme cantidad de factores que afectan negativamente el funcionamiento.



Fotografía 12-3: Laguna 1 anaerobia 2009
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental



Fotografía 13-3: Laguna 2 anaerobia 2009
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental



Fotografía 14-3: Laguna 1 anaerobia 2015
Realizado por: Karina Alarcón



Fotografía 15-3: Laguna 2 anaerobia 2015
Realizado por: Karina Alarcón



Fotografía 16-3: Laguna 3 anaerobia 2015
Realizado por: Karina Alarcón

3.5.4.7 Manejo y disposición de lodos

La evacuación de los lodos genera un riesgo al tratar de retirar los lodos o al no darle un tratamiento adecuado antes de disponerlos en los cultivos, por lo que otra opción práctica es abrir nuevas lagunas de tratamiento y abandonar las lagunas originalmente construidas, hasta que estas se sequen completamente y pueda ser removido el lodo acumulado. una vez que la capa de sedimento rebasa la mitad del volumen de la laguna es necesario remover estos sólidos ya que el volumen de la laguna se reduce a la mitad de su capacidad original y la efectividad del proceso puede deteriorarse significativamente.

La gran cantidad de lodo decantado en la laguna anaerobia especialmente, se considera un problema en la extractora que genera aproximadamente 0.8 m^3 / hora de lodos por cada tonelada de fruta procesada. Estos lodos están compuestos por sólidos que se sedimentan, debido al rango de alcalinidad que adquiere el residuo al ser neutralizado y por acumulación de biomasa. Cuando la capa de estos lodos crece, se pierde tiempo de residencia hidráulica y parte de los sólidos suspendidos (SS), flotan por la acción de los gases producidos en la digestión y escapan por el efluente.

Existen dos formas de evacuar los lodos cuando estos alcanzan la mitad de capacidad de la laguna, la elección del método de limpieza depende del diseño de las lagunas, es decir, si se dispone de otras unidades en paralelo que permitan parar una laguna mientras se limpia durante cierto tiempo.

a) Limpieza en seco: la laguna anaerobia se deja fuera de servicio y el agua residual a depurar se lleva a otra laguna en paralelo. El líquido sobrenadante se elimina mediante una bomba y el fango del fondo se deja secar por evaporación y se retira para almacenarse y poder usarse como abono. Se recomienda realizar este tipo de limpieza en verano (durante la época más seca). Una vez estén secos, se puedan disponer en la plantación como fertilizante.

b) Disposición de lodos húmedos: la retirada de lodos se realiza conjuntamente utilizando un sistema de dragado, por bombeo o retirando el sobrenadante y limpiando después con una pala retroexcavadora para disponerlos en la plantación. En esta limpieza, el volumen de lodos que se retiran es superior al de la limpieza en seco, por lo que es conveniente disponer de un área de secado antes de su disposición final.

La cal facilita la deshidratación de los lodos orgánicos y minerales aumentando su contenido de materia seca y mejorando su estructura. También se utiliza en las plantas de tratamiento de aguas para estabilizar y sanear lodos a fin de evitar olores, lo que a su vez incrementa su valor agrícola.

Los lodos tratados proveen de niveles aceptables de nutrientes como el Nitrógeno, el Potasio y el Fósforo, manteniendo un pH neutro. Sin embargo, si el sistema de tratamiento no funciona adecuadamente puede contener alguna sustancia contaminante, presencia de insectos, hongos o microorganismos patógenos, una composición inestable de nutrientes que no aporta ácidos húmicos ni fulvicos, excesiva humedad y posible producción de gases.

3.5.5. *Laguna Facultativa*

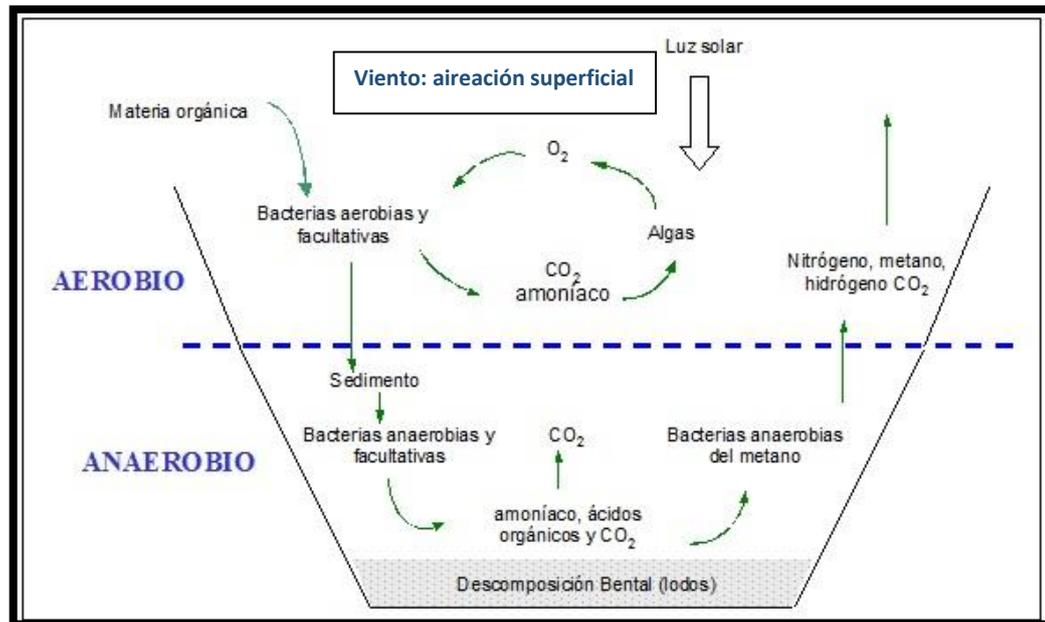


Figura 14-3: Esquema Laguna Facultativa

Fuente: http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php.Aguas_residuales

Las lagunas facultativas remueven la carga orgánica que escapó de las lagunas anaerobias, el tratamiento involucra una variedad de procesos biológicos naturales que incluyen oxidación, sedimentación, hidrólisis, fotosíntesis, nitrificación, digestión anaerobia, transferencia de oxígeno.

Las lagunas se caracterizan por tener dos estratos diferentes; la zona superior que es aerobia y la inferior es anaerobia, además existe una zona intermedia de características facultativas (mixta).

En la zona del fondo se acumulan y descomponen los sólidos a través del proceso de fermentación, mientras que en la zona intermedia y superficial continúa la descomposición de la materia orgánica mediante la acción del viento, la temperatura, el fenómeno fotosintético y el crecimiento bacterial combinado con algas.

Hay un crecimiento de algas debido a la fotosíntesis y la presencia de nutrientes, las algas producen oxígeno fotosintético y aprovechan el CO₂ liberado por la actividad bacterial. Las bacterias aprovechan el oxígeno fotosintético y degradan la materia orgánica desdoblándolas y como producto de su trabajo producen CO₂ que es aprovechado por las algas.

Sin embargo, el sistema tiene una tendencia a formar natas que flotan sobre el agua, lo cual previenen la entrada de la luz solar. La ausencia de luz limita la presencia de las algas e impide la difusión de oxígeno del aire.

Las lagunas facultativas remueven alrededor del 75% del DQO que quedó de las lagunas anaerobias y se diseñan para una carga orgánica superficial de 0.35 Kg de DQO/m². día.

Las bacterias predominantes son *Pseudomonas*, *Flavobacterium* y *Alcaligenes*.



Fotografía 17-3: Laguna Facultativa 2009
Fuente: Estudio Impacto Ambiental



Fotografía 18-3: Laguna facultativa 2015
Realizado por: Karina Alarcón

3.5.6. *Laguna aerobia*

Este tipo de tratamiento final procede de dos tratamientos más energéticos, se adapta bien en climas cálidos y soleados con ausencia de malos olores. Permite la sedimentación de los sólidos, la oxidación de la materia que paso de los dos procesos anteriores. También se las llama lagunas de estabilización natural, por la autodepuración debido a fenómenos de tipo físico, químico y biológico, y a la homogenización del efluente antes de su disposición en un cuerpo de agua. Los altos tiempos de retención de (1 - 30 días) se consigue una elevada capacidad de desinfección del agua tratada, así como una correcta mineralización de los nutrientes orgánicos.

En la laguna predomina un ambiente aeróbico en toda la masa de agua, por la interacción de la luz solar, viento y algas, permitiendo el intercambio atmosférico suficiente para proporcionar oxígeno disuelto a toda la columna de agua.

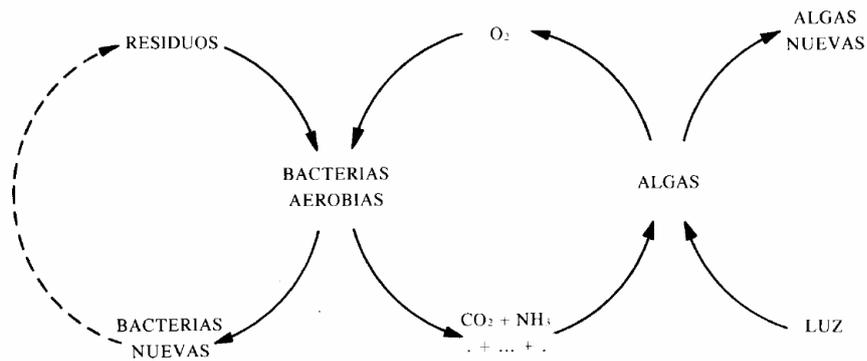


Figura 16-3: Estabilización de la materia orgánica

Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Libros/DisenoDeLagunasDeEstabilizacion>.

La figura demuestra que existe una relación entre algas y bacterias que es fundamental para el desarrollo del proceso. Las bacterias degradan los compuestos orgánicos produciendo anhídrido carbónico y otros productos que son utilizados por las algas, mientras éstas producen por medio de la fotosíntesis el oxígeno necesario para que las bacterias lleven a cabo la oxidación.

3.5.6.1 *Respiración y fotosíntesis*

A través del proceso biológico de respiración los compuestos orgánicos son oxidados, principalmente a CO₂ y H₂O. Sin embargo, la respiración no sólo se traduce en la producción de estos dos compuestos; la principal consecuencia biosintética es la síntesis de material celular.

El oxígeno disponible en las lagunas aerobias y facultativas es producto del proceso fotosintético realizado por las algas y la reaireación natural a través de la superficie del líquido en contacto con la atmósfera.

La mayoría de los procesos respiratorios se caracterizan por la presencia en la célula de un equipo especial de enzimas transportadoras (ejemplo: citocromos) que constituyen la cadena respiratoria de transporte de electrones, y que catalizan el proceso.

Se pueden distinguir varios tipos de respiración, pero la fundamental en las lagunas aerobias es la respiración aeróbica, común a bacterias, protozoos y otros microorganismos. Se pueden expresar por la siguiente ecuación:



En la respiración aeróbica los donadores de electrones son compuestos orgánicos o compuestos inorgánicos reducidos y el aceptor final es el oxígeno, que es reducido a agua.

Las bacterias envueltas en este tipo de respiración son las principales responsables de la degradación de la materia orgánica, aunque los otros organismos también intervienen de alguna manera.

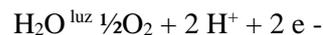
Otro tipo de respiración es la endógena. Cuando la materia orgánica escasea en el medio, los organismos oxidan su propio protoplasma celular y los materiales de reserva que han acumulado, para obtener así la energía necesaria para vivir. En estudios de laboratorio, se observó que muchas bacterias eliminan la materia orgánica soluble, acumulándola en forma de glucógeno, almidón y lípidos en orgánulos internos.

En la última fase del proceso, cuando la DBO ha disminuido bastante, un 50% de estas bacterias han desaparecido debido a la respiración endógena.

La fotosíntesis es la otra reacción fundamental que tiene lugar en este medio. La principal consecuencia biosintética es la conversión del CO₂ en material celular:

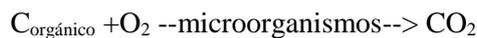


En primer lugar, el sistema fotosintético de pigmentos de los organismos responsables de la fotosíntesis absorbe luz. Luego, parte de la energía lumínica absorbida se transforma en energía química (ATP) directamente utilizable para la biosíntesis, y el CO₂ es convertido en material celular. Por otro lado, hay una oxidación del agua cuyo producto final es el oxígeno:



El oxígeno así liberado permite que las bacterias aerobias puedan llevar a cabo la degradación de la materia orgánica.

Conversión de los elementos de la materia orgánica a su forma inorgánica, mediante la oxidación aeróbica, se puede representar así:



La oxidación aeróbica se representa por la ecuación verbal:

Residuos + Oxígeno –Bacterias → Residuo oxidado + nuevas bacterias

Las tres reacciones esenciales del proceso ocurren simultáneamente y pueden describirse así:

- Catabolismo, oxidación o descomposición:

$\text{CHONS (Materia orgánica) + O}_2 \text{ --Bacterias} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Otros productos finales} + \text{Energía}$

- Anabolismo, síntesis o asimilación:

$\text{CHONS (Materia orgánica) + O}_2 + \text{Energía --Bacterias} \rightarrow \text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 \text{ (Células bacteriales)}$

- Autólisis, respiración endógena u autooxidación

$\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2 + 5\text{O}_2 \text{ --Bacteria} \rightarrow 5\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Energía}$

La fórmula $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$ representa la composición promedio celular bacteriana sugerida por Hoover y Porges en 1952, ampliamente citada en la literatura.



Fotografía 19-3: Laguna aerobia 2009
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental



Fotografía 20-3: Laguna aerobia 2015
Realizado por: Karina Alarcón

3.6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Independiente del tamaño de la empresa la identificación de los riesgos ambientales partió del peligro inherente asociado a las sustancias, materia prima, procesos y disposición final de los residuos; se determinó la secuencia accidental que conlleva a la probabilidad de materialización del riesgo.

3.6.1. *Identificación de peligros ambientales*

Para la identificación de los peligros ambientales fue necesario comprender que toda actividad de industrialización y sus subproductos líquidos y sólidos son generadores de impactos, para lo cual la identificación se llevó a cabo de aquellos componentes que realmente están generando un

peligro ambiental. La identificación de riesgos involucro el desplazamiento de datos innecesarios, por lo que es importante interpretar con precisión y claridad los valores obtenidos a lo largo de la recopilación de información.

La investigación se orientó específicamente al proceso de extracción del aceite rojo de palma africana y los continuos residuos líquidos que son almacenados en las lagunas de oxidación.

Tabla 27-3: Análisis “Que pasa si”

QUE PASA SI	SITUACIÓN DE PELIGRO AMBIENTAL
El fondo de las lagunas carece de una capa impermeable	Los sólidos sedimentables caen al fondo de la laguna junto con las sustancias contaminantes en proceso de transformación. Las sustancias contaminantes pueden fluir en sentido vertical a través de los espacios porosos por las diferentes capas de suelo hasta acuíferos, zonas de drenaje y seguir las aguas subterráneas hasta conectarse con los ríos. Los receptores humanos, animal y plantas pueden consumir estas aguas y verse afectados.
Se desborda el agua residual de las lagunas	Se puede contaminar paulatinamente el suelo cercano al derrame y los cultivos aledaños Filtración de sustancias contaminantes a través de las capas del suelo hacia aguas subterráneas Arrastre del agua con sustancias contaminantes (grasas, aceites, metales pesados) y sedimentos hacia el río Flora y fauna cercana a la zona amenazada Especies acuáticas pueden morir por falta de oxígeno disuelto Perdidas económicas
El efluente pasa a altas temperaturas al sistema de tratamiento	Se puede inhibir el proceso biológico de los microorganismos Conductividad eléctrica aumenta Sólidos en suspensión flotan en mayores cantidades
Se vierte continuamente al sistema de tratamiento efluente fresco	Los microorganismos no pueden cumplir eficientemente el proceso de transformación de la materia orgánica La materia orgánica se puede acumular de forma desigual en el fondo de la laguna reduciendo la eficiencia del sistema
Se vierten los efluentes con indicadores fuera de norma	Posible disminución de especies acuáticas El río puede perder su capacidad de autodepuración Posible proceso de eutrofización Mayor ingreso de sedimentos al río Destrucción de zonas de recreación, deterioro estético del agua Transmisión de sustancias contaminantes en animales y al hombre Afectación aguas abajo para animales y pobladores que consumen del agua del río
Existe un exceso de lodos en las lagunas	Los lodos contienen materia orgánica que no se ha descompuesto por completo Los lodos se distribuyen desigualmente en la laguna y la colmatan reduciendo su volumen útil
Los taludes se deterioran	Filtración del agua residual Los taludes se desmoronan por la acumulación de lodos y la maleza desplazada a las orillas, se desliza al centro de las lagunas El talud se deteriora por acumulación de desechos lodosos recogidos de la limpieza del área interna de la laguna.
Los lodos del fondo de las lagunas son dispuestos en los terrenos de cultivo	Los lodos tienen un exceso de humedad y necesitan ser tratados antes de ir a los terrenos de cultivo, porque pueden llevar microorganismos patógenos, producir malos olores o proporcionar pequeñas cantidades de nutrientes al suelo

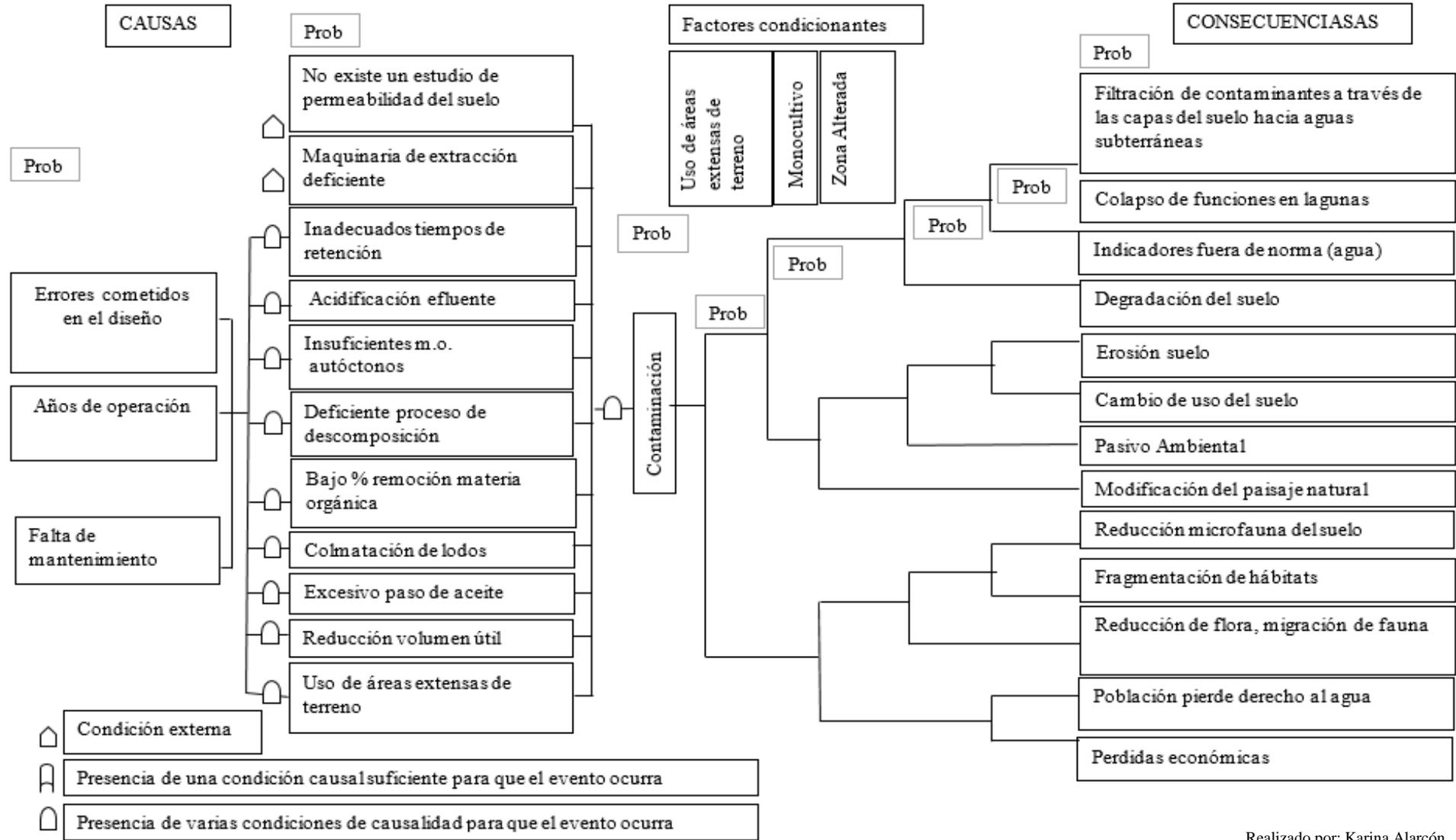
	Los lodos presentan un porcentaje pequeño de metales pesados que pueden acumularse en los suelos de cultivo
La maquinaria de extracción es deficiente	Mayor ingreso de aceite puro al proceso de tratamiento La transformación de la materia orgánica es lenta Se pierde aceite rojo puro para la industrialización Pérdidas económicas
No se descarga el efluente tratado	La evaporación del efluente aumenta en el verano e intensifica los malos olores; con probable pérdida del caudal del río y reducción del hábitat acuático Receptor humano presenta molestias por la cercanía a las lagunas
La tubería de transporte del agua residual se rompe	El sistema de tuberías ha cumplido su vida útil de funcionamiento, las altas temperaturas corroen la tubería desprendiendo metales pesados (Cu y Cr) Las aguas residuales se riegan y contaminan el suelo por su alta carga contaminante y la temperatura elevada Se puede perder capa fértil del suelo Las sustancias contaminantes forman una capa sobre el suelo, también pueden filtrar hacia las aguas subterráneas y contaminarlas
Las lagunas no tienen cubierta	Las altas precipitaciones en invierno, pueden derramar las aguas residuales de las lagunas a terrenos aledaños o al río Se pueden dispersar los malos olores desagradables hacia el entorno por presencia de H ₂ S y NN ₃
El racimo del fruto fresco está impregnado de plaguicidas	Puede haber el paso de sustancias contaminantes al sistema de tratamiento Disminución del proceso de transformación de la materia orgánica por microorganismos Acumulación de metales pesados en el fondo de la laguna
Los vectores proliferan	Los animales como ratas, lagartijas caen en las lagunas y entran en proceso de putrefacción Exceso de moscas en el área de influencia directa La condición climatológica puede favorecer el crecimiento exagerado de plagas
Invade maleza competitiva	La maleza se dispersa en las lagunas y en los alrededores, permitiendo el anidamiento de plagas Fumigación de la maleza con herbicidas químicos Contaminación del suelo, percolación de contaminantes Posible pérdida de especies nativas de flora
Se emiten gases a la atmósfera	Presencia de malos olores Los gases se pueden suspender, las lluvias y los fuertes vientos trasladan lejos de las instalaciones provocando malos olores en la zona poblada más cercana Receptor humano presenta dolor de cabeza, malestar y vómito
Se utilizan áreas extensas de terreno para Tratamiento por Lagunaje y Monocultivo (materia prima)	Se Fragmentan los hábitats, alterando la reproducción de fauna Se posibilita el ingreso de plagas persistentes a los cultivos porque no tienen un depredador natural y las condiciones climatológicas favorecen su crecimiento acelerado Excesivo uso de agroquímicos
Se pierde la capacidad agrológica del suelo	Posible aumento en procesos de inestabilidad Aumento del proceso erosivo Capa fértil es arrastrada por aguas de escorrentía dejando un suelo desprotegido o desnudo Aporte de sedimentos a los cuerpos de agua
Hay presencia de un nuevo enfermedad en los cultivos de palma (materia prima)	Pérdidas importantes en las cosechas Intensificación de agroquímicos Disminución en la producción Reducción de materia prima para la extracción y posible cierre de las actividades en la extractora Perdidas económicas (palmicultores y extractores)
Varían los patrones climatológicos regionales	Fenómeno de reducción en la producción Reducción de la materia prima

	<p>Perdidas económicas (palmicultores y extractores)</p> <p>Pobreza</p> <p>Actos delictivos</p>
<p>Pierde definitivamente la vegetación arbórea y cobertura vegetal nativa</p>	<p>Suelo queda inestable</p> <p>Suelo erosionado</p> <p>Se desprotege los recursos hídricos</p> <p>Implantación de vegetación oportunista</p> <p>Deterioro del suelo</p> <p>Alteración del hábitat faunístico, de su ciclo reproductivo y migratorio</p>
<p>Pierde o se desplazan definitivamente especies animales por el ruido y las personas</p>	<p>Desequilibrio ecológico</p> <p>Destruyen las cadenas alimenticias</p> <p>Pueden desaparecer especies o estar amenazadas</p>
<p>La producción anual de palma en el país se mantiene en el 1% a nivel mundial</p>	<p>Inestabilidad económica</p> <p>No permite injerencia en el precio del aceite de palma</p>
<p>Predominan los precios bajos en el aceite crudo de palma</p>	<p>Disminución de ingresos para palmicultores y extractoras</p> <p>Desplaza los fondos a actividades de interés comercial y se descuidan las actividades destinadas a la conservación del entorno natural</p> <p>No se da mantenimiento a las lagunas por falta de operario</p> <p>Perdidas económicas</p>
<p>Existen excedentes de producción (materia prima)</p>	<p>La materia prima puede madurar demasiado y el aceite reduce su calidad por no extraer el aceite a tiempo</p> <p>El excedente debe cumplir requerimientos internacionales que deben ser discutidos por ANCUPA y FEDAPAL para enlazar su distribución y mejorar el mercado interno</p>

Realizado por: Karina Alarcón

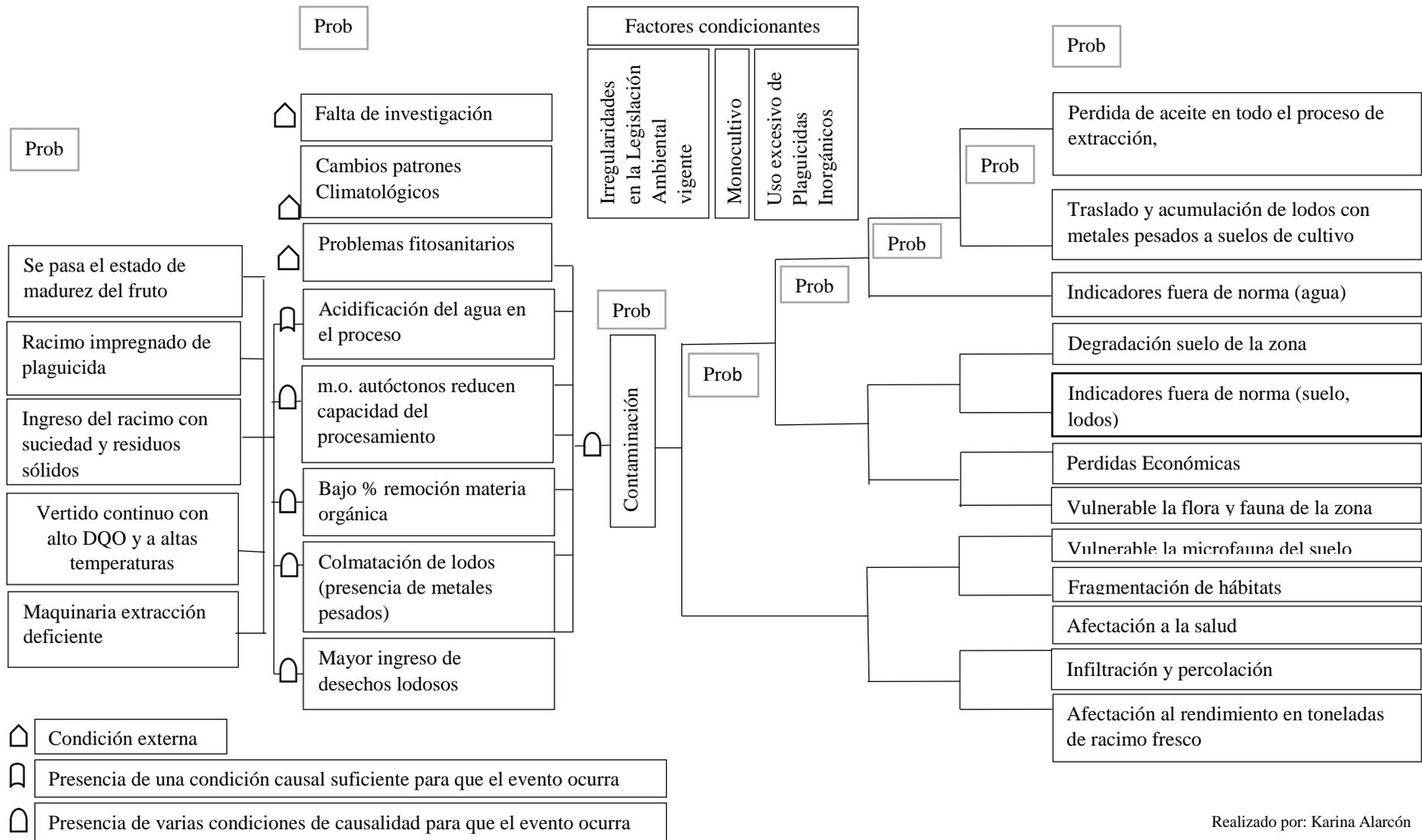
3.6.2 Análisis del árbol de fallos

Figura 17-3: Esquema 1 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación



Realizado por: Karina Alarcón

Figura 18-3: Esquema 2 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación



Realizado por: Karina Alarcón

Figura 19-3: Esquema 3 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación

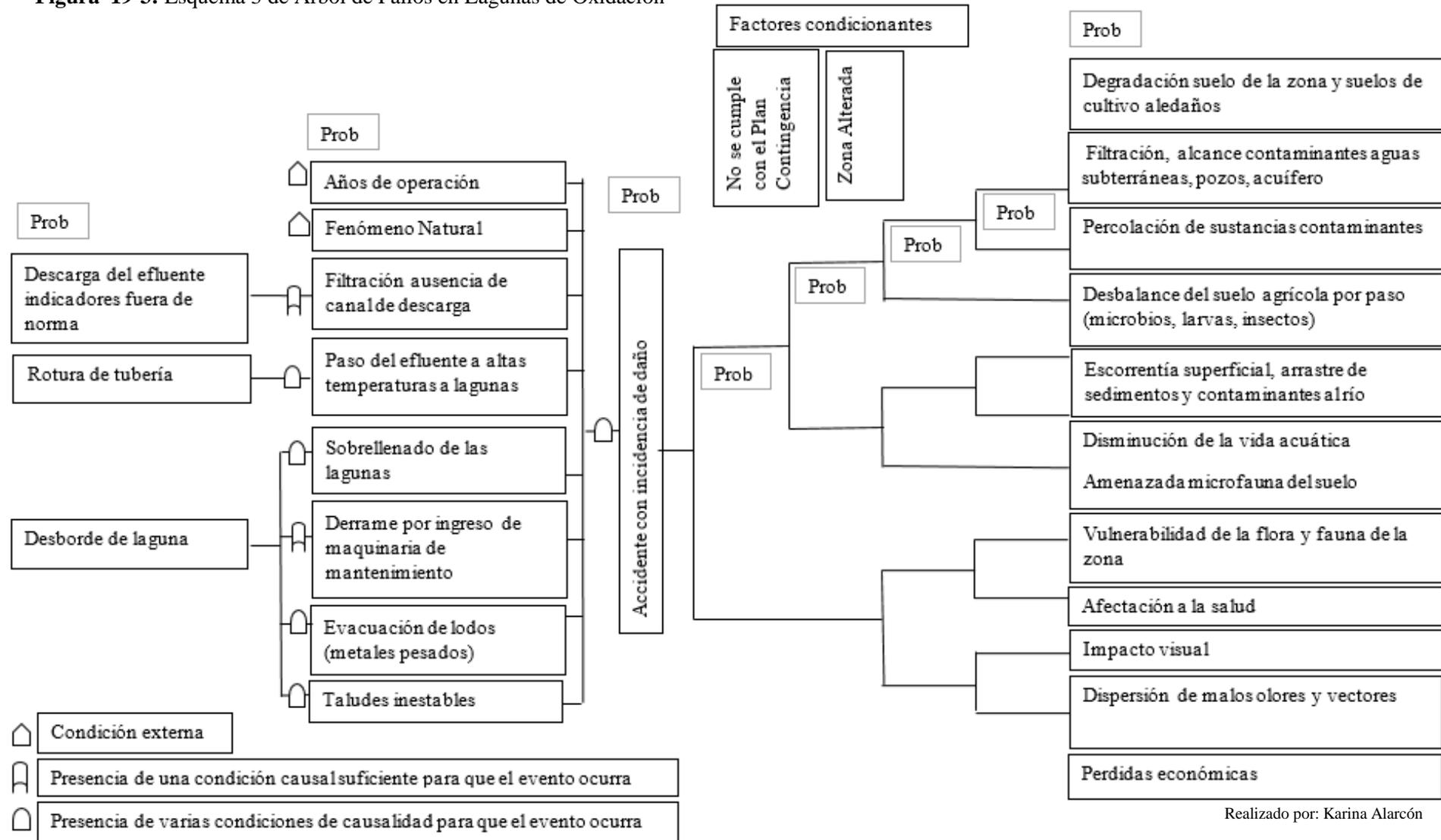
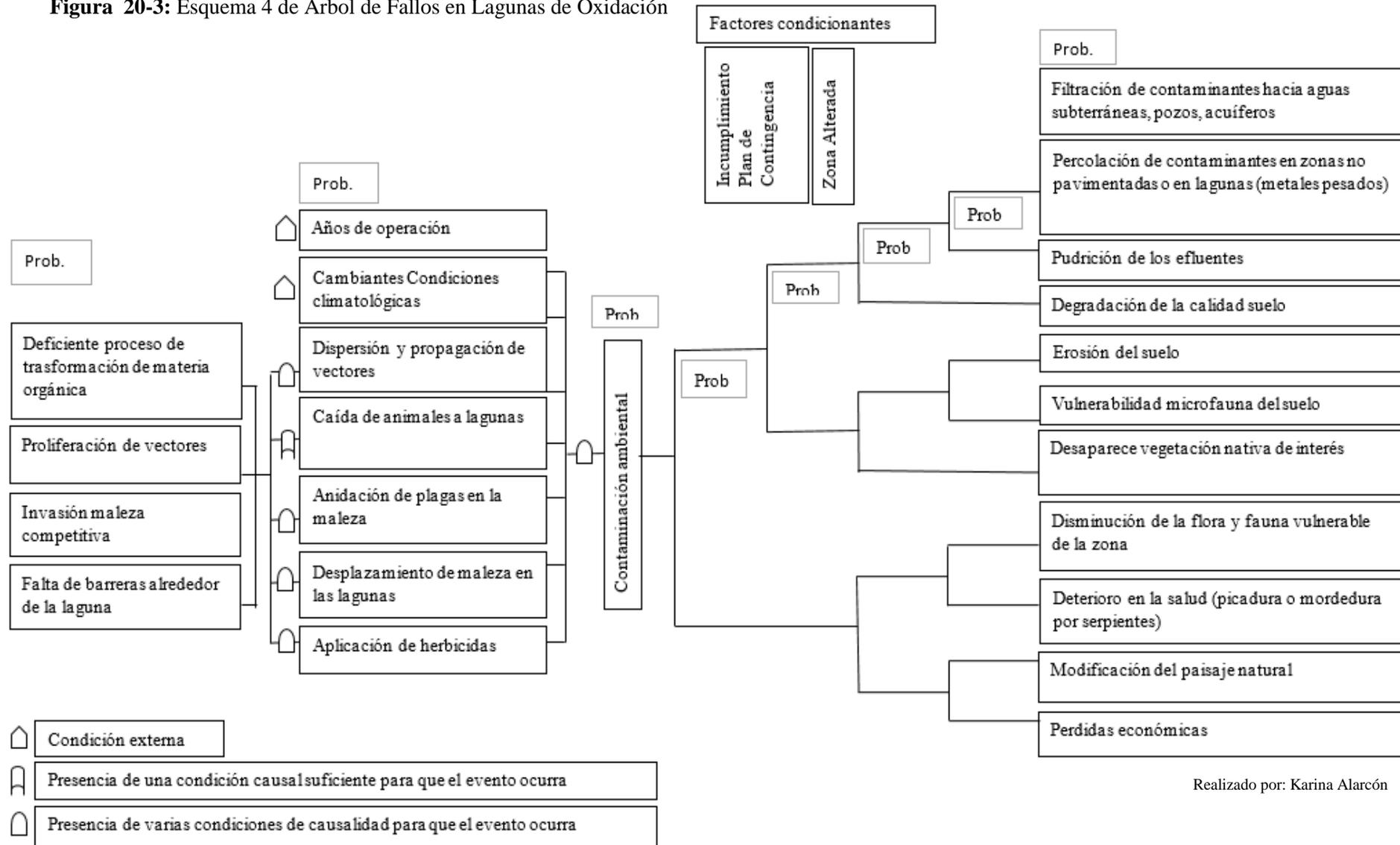
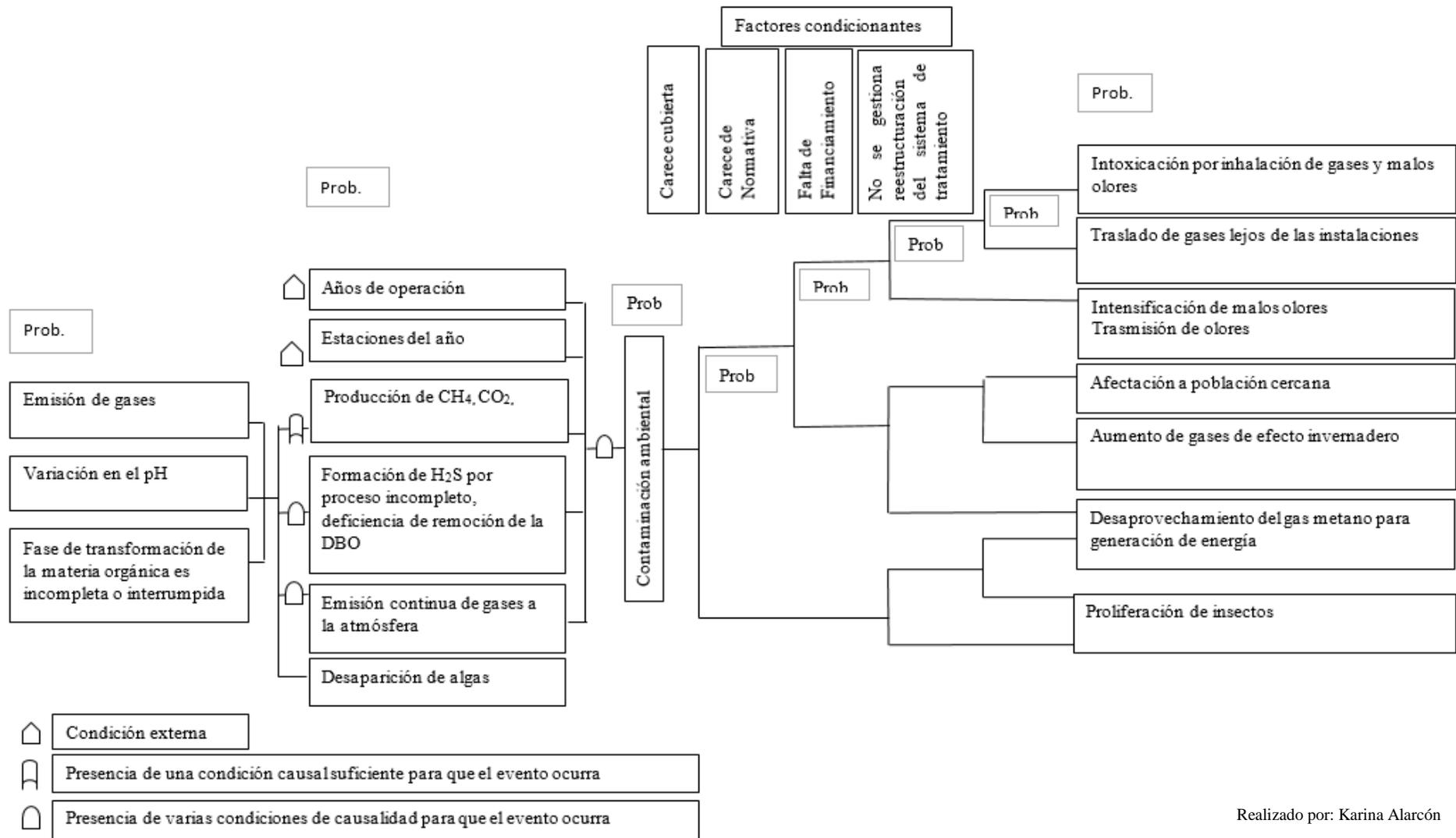


Figura 20-3: Esquema 4 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación



Realizado por: Karina Alarcón

Figura 21-3: Esquema 5 de Árbol de Fallos en Lagunas de Oxidación



Realizado por: Karina Alarcón

3.6.3. Descripción de escenarios de accidente endógenos

Tabla 28-3: Acidificación del licor mezclado (agua residual)

Escenario accidental (EA1)	Acidificación del licor mezclado (agua residual)	
Unidad/Proceso	Proceso de extracción de aceite rojo de palma africana Laguna de retención y Laguna Anaerobia	
Causas del accidente	Mientras mas se demora el traslado de los racimos hacia la extractora la acción de las enzimas hidrolizantes aumentan, causando la acidificación del aceite en los frutos (Herrera, 1989). Los racimos descargados en el patio de recepción no tienen un techo de cubierta y están sometidos a la acción del sol y las lluvias, estos dos factores coadyuvan a la acidificación de los frutos. El licor mezclado producto del proceso de extracción forma en la superficie de las lagunas de retención y anaerobias una capa espumosa cuya acidez está entre 3.5 a 4.5.	
Descripción del escenario	<p>El aceite que pasa de los florentinos hacia la laguna de retención se recuperaba para su posterior refinación, actualmente la falta de mantenimiento del sistema acidificó la laguna, no se recupera el aceite.</p> <p>Los microorganismos mantienen su actividad metabólica en un rango de pH de entre 6.5 a 7.5, las aguas residuales del proceso de extracción de aceite rojo son de naturaleza ácida con un pH de 3.5 a 4.5.</p> <p>Los microorganismos presentes en las lagunas retención y anaerobias requieren primero de un equilibrio entre m.o. benéficos y malignos además de un considerado tiempo para transformar la carga orgánica. Si las condiciones no favorecen el desarrollo m.o. benéficos, no cumplen su papel de disminuir la carga orgánica, comprometiendo la calidad del receptor más cercano.</p>	 <p>Fotografía 3-3: Laguna de Retención Realizado por: Karina Alarcón</p>

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 29-3: Ingreso de alto contenido de aceite al sistema de tratamiento

Escenario accidental (EA2)	Ingreso de alto contenido de aceite al sistema de tratamiento
Unidad/Proceso	Extracción de aceite rojo de palma (Clarificación) Sistema de lagunas

<p>Causas del accidente</p>	<p>Maquinaria de extracción opera deficientemente</p> <p>Tiempos de retención del fruto variables</p> <p>Condiciones de temperatura y presión variables.</p> <p>A Temperatura alta→viscosidad baja→fricción baja→la gota de aceite sube</p> <p>A Temperatura baja→viscosidad alta→fricción alta→la gota de aceite no sube</p> <p>Adición de impurezas sólidas y vegetales al aceite puro en todo el proceso</p>
<p>Descripción del escenario</p>	<p>Se ha establecido que cada tonelada de fruta fresca procesada produce entre el 70y 80% (peso/volumen) de aguas residuales. Estos efluentes están principalmente constituidos de aceite rojo residual, lignina, celulosa, poli y monosacáridos además contiene nitrógeno, fosforo y azufre. Una clarificación con exceso de agua se vuelve ineficiente, ascienden con facilidad materias mucilaginosas (gomas) y forman una capa intermedia o tercera capa (lodos livianos tienen densidad similar a la del aceite) que evita la separación posterior de las dos fases. La eficiencia del proceso de clarificación estática a veces se ve interrumpida por factores como el tamaño de las gotas de aceite, la viscosidad de la mezcla previa a la separación, emulsificando los lodos con el aceite y evitando que descieran fácilmente. Si la eficiencia de recuperación de aceite es baja representa una reducción de ingresos económicos y un exceso de licor crudo en las lagunas. Los inconvenientes se presentan en la laguna facultativa por traslado excesivo de materia sin transformación.</p> <p>Por otra parte, el raquis absorbe aceite, lo que merma su rendimiento. Esta pérdida es mayor cuando se incrementa el tiempo de esterilización, aumenta el período de espera entre la esterilización y el disfrute, o bien, si los racimos esterilizados son sometidos a presión.</p>



Fotografía 4-3: Florentinos
Realizado por: Karina Alarcón

Realizado por: Karina Alarcón

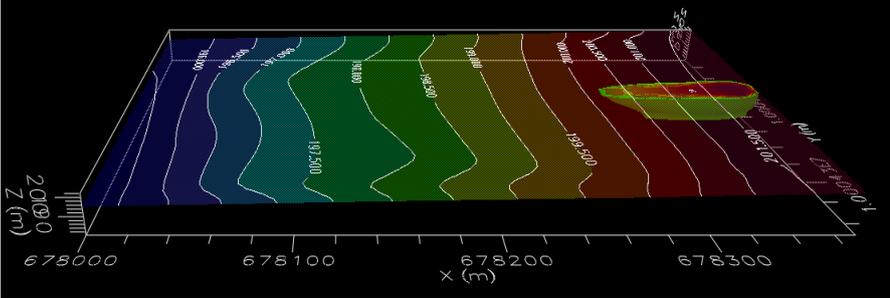
Tabla 30-3: Rotura de la tubería

<p>Escenario accidental (EA3)</p>	<p>Rotura de la tubería</p>
<p>Unidad/Proceso</p>	<p>Sistema de tuberías</p>
<p>Causas del accidente</p>	<p>-Paso del efluente a altas temperaturas</p> <p>- Tiempo de uso, llega a su límite de operación</p>

	<p>-Falta de buen mantenimiento</p> <p>- Agentes externos (Paso de vehículos)</p>
Descripción del escenario	<p>La rotura del sistema de tuberías puede provocar vertidos y derrames de sustancias líquidas a altas temperaturas. Dichos vertidos alcanzan el exterior de las instalaciones e incluso pueden llegar a cultivos cercanos al sistema de tuberías. Además, pueden filtrarse en el suelo, hacia aguas subterráneas, alcanzar zonas de drenaje y aguas superficiales.</p> <p>El suelo queda desprotegido y propenso a procesos erosivos.</p>  <p>Fotografía 5-3: Rotura en tubería Realizado por: Karina Alarcón</p>

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 31-3: Filtración de sustancias contaminantes

Escenario accidental (EA4)	Filtración de sustancias contaminantes
Unidad/Proceso	Sistema de Lagunas
Causas del accidente	<p>Años de operación y errores cometidos en el diseño</p> <p>No se realizó un estudio de permeabilidad del suelo</p> <p>El fondo de las lagunas carece de capa impermeable</p>
Descripción del escenario	<p>La descripción de la filtración de los contaminantes a través de las capas del suelo se logra solamente con programas de simulación por la variabilidad de parámetros que actúan en este proceso. Parámetros como la velocidad de infiltración, conductividad hidráulica, porosidad, densidad de sorción y retardo</p>  <p>Figura 14-3: Esquema tridimensional georreferenciado del transporte del Cobre Fuente: Tesis Javier Basantes 2015</p> <p>La naturaleza del suelo en la Extractora es de tipo arcillo arenoso y arcilloso en su mayoría así también sus estratos, la matriz del suelo tiene baja conductividad</p>

	<p>hidráulica con un nivel freático de 15m de profundidad y una capa de sedimentos en su superficie.</p> <p>La prueba de infiltración realizada mediante la técnica del doble anillo de Munz, realizada al suelo de la Extractora determinó un valor de $1.734 \times 10^{-5} \text{m/s}$ al final del ensayo y una conductividad hidráulica de $5.934 \times 10^{-6} \text{m/s}$.</p> <p>La velocidad con la que se mueven los contaminantes es muy baja, la estructura del suelo al fondo de la piscina de oxidación ha experimentado cambios por la acumulación del lodo descargado del proceso de extracción, la naturaleza del sedimento cargado de materia orgánica ha creado una película muy poco permeable en el suelo de la Extractora, la filtración es muy baja pues los contaminantes analizados llegan al fondo junto con el sedimento y son retenidos en su mayoría.</p> <p>La cantidad de contaminantes que logran filtrarse experimentan reacciones de retardo a medida que aumenta la profundidad; las plumas de avance determinan una menor distancia a medida que se aleja de la superficie hasta llegar al nivel freático; la concentración de los contaminantes que logran filtrarse desciende a medida que se alejan del punto de emisión además la saturación del terreno y las constantes lluvias del sector contribuyen a que estos contaminantes sigan disolviéndose a medida que se filtran en el suelo.</p> <p>La distancia máxima recorrida por los contaminantes es de 242.3m luego de simular una contaminación continua de 10 años.</p>
--	--

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 32-3: Dersborde del efluente de las lagunas

Escenario accidental (EA5)	Dersborde del efluente de las lagunas
Unidad/Proceso	Sistema de lagunas
Causas del accidente	<p>Derrumbe por ingreso de maquinaria pesada para mantenimiento de las lagunas o evacuación de lodos</p> <p>Los taludes son los mas propensos al deterioro por no considerar aspectos tecnicos en el diseño. También las condiciones climatológicas y el mantenimiendo inadecuado</p>
Descripción del escenario	Se puede contaminar paulatinamente el suelo cercano al derrame y los cultivos aledaños, si el derrame no es representativo los suelos pueden asimilar la materia orgánica presente en las aguas residuales.

	<p>Además del arrastre del agua con sustancias contaminantes (grasas, aceites, espumas, metales pesados) y sedimentos hacia el río cocola, distancia aproximada desde la laguna más cercana 30 m.</p> <p>Posible filtración de sustancias contaminantes en suelos cercanos a las instalaciones que no estan pavimentadas a través de las capas del suelo hacia aguas subterráneas.</p> <p>Posible amenaza de la flora y fauna cercana a la zona afectada</p>
--	--

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 33-3: Perdida de la capacidad de almacenamiento-Colmatación de lodos

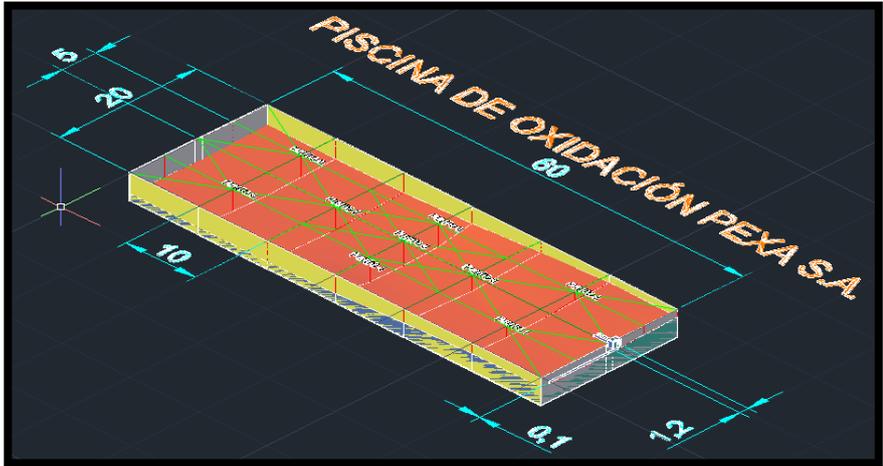
Escenario accidental (EA6)	Perdida de la capacidad de almacenamiento .Colmatación de lodos
Unidad/Proceso	Sistema de Lagunas
Causas del accidente	<p>La baja capacidad de adaptación de los microorganismos por aumento de carga orgánica, como por aumento del caudal en la laguna anaerobia dificulta la transformación de la materia orgánica agregando mayor cantidad de lodos en el fondo de la laguna.</p> <p>La evacuación de los lodos genera un riesgo al tratar de retirar los lodos y no darle un tratamiento adecuado antes de disponerlos en los cultivos. Al sobrepasar los lodos la mitad del volumen útil de la laguna también se reduce a la mitad su capacidad original y la efectividad del proceso; necesitando la evacuación de la capa de sedimento formada.</p> <p>La acumulación de lodos es mayor cuando las temperaturas descienden se han registrados valores de hasta 18 °C reduciéndose la actividad microbial.</p>
Descripción del escenario	<p>Cuando la capa de estos lodos crece, se pierde tiempo de residencia hidráulica y parte de los sólidos suspendidos (SS), flotan por la acción de los gases producidos en la digestión y escapan por el efluente. La laguna puede perder su capacidad de receptor mas aguas residuales por la acumulación de lodos en el fondo.</p>  <p>El diagrama muestra una piscina rectangular con dimensiones de 10 metros de ancho, 20 metros de profundidad y 60 metros de longitud. La estructura interna está dividida en secciones con una red de tuberías. El texto 'PISCINA DE OXIDACION PEXA S.A.' está visible en la parte superior del diagrama.</p>

Figura 15-3: Dimensionamiento 3D de la piscina de oxidación de PEXA S.A.

Realizado por: Karina Alarcón

	<p>Los lodos del fondo de la laguna resultantes del proceso no pueden ser destinados a los cultivos por su alto % de humedad alrededor del 90% y por su deficiente tratamiento, la empresa no dispone de un lecho de secado de lodos, y estos son destinados al cultivo de forma manual.</p> <p>Las continuas agregaciones de lodos con baja calidad sobre el suelo de cultivo puede provocar su infertilidad o también puede mantenerse fértil y permitir el paso de contaminantes hacia aguas subterráneas, o en el peor de los casos incorporar los contaminantes a la cadena alimenticia.</p> <p>En periodo seco la evaporación, en la superficie de las lagunas, es muy fuerte y si esta situación no se controla puede ocasionar problemas de concentración de las aguas lodosas y por lo tanto de la carga orgánica. Para compensar el agua perdida por evaporación es necesario realizar una recirculación del efluente final, lo cual contribuye además con alcalinidad que neutraliza parte de la acidez de las aguas. Las lagunas tienen que diseñarse de forma que el tiempo de retención sea el suficiente para permitir el desarrollo de bacterias.</p>
--	---

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 34-3: Emisión de gases

Escenario accidental (EA7)	Emisión de gases
Unidad/Proceso	Sistema de lagunas
Causas del accidente	<p>Composición aproximada de los gases emitidos a diario en las lagunas: CH₄ 65%, CO₂ 34%, Ácido sulfhídrico (H₂S) 0,14%. El metano es un gas que se forma por la descomposición de la materia orgánica en condiciones de escasez de oxígeno.</p> <p>La interrupción en el proceso de transformación de la materia orgánica por variación del pH inhibe la etapa metanogénica y se produce H₂S</p> <p>Las variaciones climatológicas intensifican los malos olores.</p> <p>Otra causa de malos olores es la ausencia de algas, debido a que éstas han sido perjudicadas por la presencia de materias tóxicas o excesivamente ácidas o alcalinas.</p> <p>Carencia de cubierta en las lagunas</p>

<p>Descripción del escenario</p>	<p>Las lagunas están emanando continuamente los gases a la atmósfera los receptores impactados con mayor afección son los trabajadores de la extractora que presentan dolor de cabeza y mareo especialmente en temporada calurosa</p>  <p>Fotografía 6-3: Emisión de gases laguna anaerobia Realizado por: Karina Alarcón</p> <p>los olores se intensifican en el area de influencia directa por la concentración de la carga orgánica y la evaporación.</p> <p>Los fuertes vientos en la temporada lluviosa trasladan los gases hacia zonas alejadas a la extractora esparciendo los malos olores a la población; el barrio 2 de febrero está dentro de área de influencia indirecta, distancia aproximada 700 m. Los gases tóxicos pueden producir afecciones al sistema respiratorio.</p> <p>El metano es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global del planeta, por que aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera. Es muy importante tomar consciencia de que no es necesario estar expuesto de forma especial, sino que la exposición cotidiana es tóxica y nos acarreará más tarde o más temprano problemas de salud.</p>
----------------------------------	---

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 35-3: Proliferación de vectores

Escenario accidental (EA8)	Proliferación de vectores
Unidad/Proceso	Sistema de Lagunas y alrededores
Causas del accidente	<p>El mantenimiento inadecuado permitió el crecimiento de plantas acuáticas y de maleza terrestre que han alcanzado el borde de todas las lagunas.</p> <p>Las condiciones climatológicas contribuyen a la proliferación de maleza y en ella a los insectos. Además, anidan ratas, lagartijas y culebras.</p> <p>La aparición superficial en forma de costra en la orilla que se forma al arrastrar las natas y espumas sirve de criadero de mosquitos.</p> <p>Las ratas excavan túneles en los taludes o alrededor de las lagunas y pueden producirse infiltraciones.</p> <p>Las culebras se camuflan entre las malezas y pueden picar a los trabajadores que cumplen con la limpieza.</p>

<p>Descripción del escenario</p>	<p>Al no existir una barrera los animales pueden caer y entrar en proceso de putrefacción dentro de las lagunas. Las enfermedades infecciosas causadas por vectores tropicales, estas últimas suceden con mayor frecuencia, por el clima tropical húmedo y subtropical muy húmedo del cantón, dando un hábitat propicio a los mosquitos portadores de enfermedades, los empleados de la extractora son los receptores más cercanos a las lagunas.</p>	 <p>Fotografía 7-3: Vectores Laguna Anaerobia Realizado por: Karina Alarcón</p>
----------------------------------	---	--

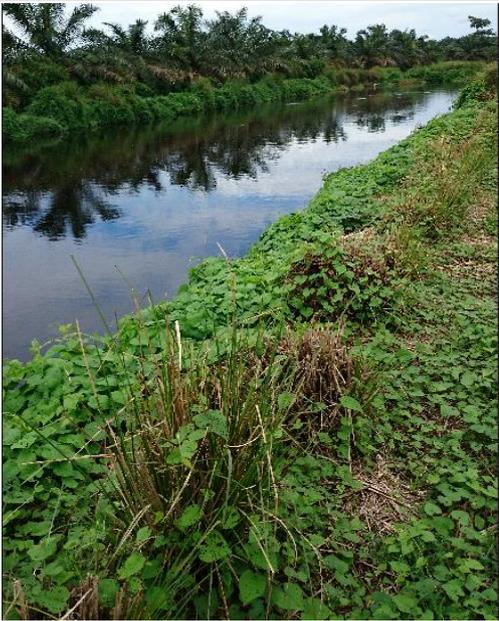
Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 36-3: Disminución del caudal del río

Escenario accidental (EA9)	Disminución del caudal del río (Elevados tiempos de residencia hidraulica en cada laguna, mínima descarga)
Unidad/Proceso	Sistema de lagunas
Causas del accidente	<p>La extractora toma 40000 m³ de agua por año del río cocola, 3000 m³ por año son utilizados en el bar, los servicios higiénicos, y limpieza en general; los 37 000 m³ por año son empleados en el proceso de extracción y destinados al sistema de tratamiento.</p> <p>No existe recirculación del agua residual y la descarga hacia el río es mínima en la temporada lluviosa. Una vez al año se descarga la laguna que presenta colmatación de lodos.</p>
Descripción del escenario	<p>El nivel del río disminuye debido al desvío del caudal para utilizarlo en el proceso de extracción y no es devuelto a su cauce normal. Además, una parte del agua filtra en el suelo, otra se evapora por la generación de altas temperaturas en verano en el sistema de lagunas. Al ser un río poco torrentoso las altas temperaturas pueden secarlo eventualmente amenazando a los seres vivos que ahí habitan, comprometiendo la calidad del agua para uso humano y poniendo en riesgo el derecho al agua.</p>

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 37-3: Contaminación por aplicación de herbicidas

Escenario accidental (EA10)	Contaminación por aplicación de herbicidas Maleza competitiva (lagunas)	
Unidad/Proceso	Alrededor del sistema de lagunas	
Causas del accidente	Las lagunas por su alto contenido en materia orgánica propician el crecimiento de maleza dentro y en los alrededores de la laguna su crecimiento rápido acaba con el pasto saboya que se sembró con el proposito de que sus raíces den firmeza a los taludes. La maleza competitiva crece con facilidad en los alrededores y dentro de las lagunas.	
Descripción del escenario	<p>La maleza competitiva se caracteriza por sobrevivir en condiciones ambientales adversas se puede observar las de hoja ancha y de hoja angosta, gramíneas y ciparáceas como (batatilla, grama, bledo, begoña, camacho) crecen alrededor y se desplazan dentro de las lagunas, reduciendo el pasto saboya que fue sembrado para dar firmeza a los taludes, se conoce que el pasto también es un buen fitorremediador de aguas residuales con alta carga orgánica, su prevalencia es necesaria en las lagunas anaerobias .</p> <p>Su persistencia a obligado a aplicar herbicidas como (amina-6, glifosato). El suelo puede entrar en proceso erosivo, quedar desprotegido y con el tiempo puede perder su capacidad agrológica.</p>	 <p>Fotografía 8-3: Maleza Laguna Anaerobia Realizado por: Karina Alarcón</p>

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 38-3: Descarga del efluente con indicadores fuera de norma

Escenario accidental (EA11)	Descarga del efluente con indicadores fuera de norma
Unidad/Proceso	Sistema de tratamiento Río Cocola
Causas del accidente	

	<p>El efluente se compone de un líquido aceitoso con alta carga orgánica y partículas sólidas, totalmente degradable que no lleva sustancias contaminantes peligrosas. La transformación de la materia orgánica en el sistema actual es deficiente con el incremento de lodos sobre el tiempo de retención hidráulica.</p> <p>Cualquier condición que impida la formación de metano, produce una reducción de eficiencia de remoción del DBO en el proceso anaerobio. La DBO es un indicador de la contaminación por materia orgánica que consume oxígeno para estabilizarse.</p> <p>La descarga obligatoria del agua residual por acumulación de lodos, involucra un riesgo ambiental, el tratamiento anaerobio estabilizada sólo en parte la carga orgánica, por lo que se requieren a continuación otros tipos de tratamiento complementarios que no cumplen a tiempo su papel de transformación.</p>
<p>Descripción del escenario</p>	<p>La microcuenca del Río Cocola tiene un área de 784.41 ha, gracias al volumen que transporta y al movimiento de las mismas es capaz de regenerarse por sí mismo, neutralizando rápidamente los efectos de las pequeñas descargas que reciben.</p> <p>Sin embargo, si es necesaria la evacuación de grandes cantidades de agua residual por acumulación de lodos y los indicadores están fuera de norma como la DBO₅, DQO y SST que tienen influencia directa con la salud del ecosistema del río pueden superar la capacidad de autodepuración y deteriorarse un tramo del río perdiendo el oxígeno disuelto existente en el agua.</p> <p>El riesgo se eleva en la temporada seca por la reducción del caudal, amenazando a las especies acuáticas especialmente a los peces que son sensibles a pequeños cambios en la calidad del río e interrumpiendo las cadenas alimenticias.</p> <p>Muchos de los contaminantes que ingresan a un cuerpo de agua superficial, por vía natural o antropogénico, quedan retenidos en los sedimentos que se depositan en el fondo del cauce, causando efectos tóxicos sobre los sistemas acuáticos (Estreves et al., 1996; Bohn et al., 2001).</p> <div data-bbox="924 837 1402 1462" data-label="Image"> </div> <p>Fotografía 9-3: Descarga Río Cocola Realizado por: Karina Alarcón</p>

	<p>Las variaciones de pH, salinidad y las propiedades redox de las corrientes de agua pueden provocar movilización y resuspensión de especies químicas acumuladas en los sedimentos, magnificando incluso su efecto tóxico, tal como es el caso de los metales pesados (Ruiz et al., 1996). Estos elementos se acumulan principalmente en los sedimentos superficiales de los ríos, aunque pueden encontrarse en concentraciones relativamente elevadas a una profundidad de 15 cm y guardan una estrecha relación con el tamaño de las partículas que constituyen el sedimento (limo, arcilla y arena) y con la cantidad de materia orgánica sedimentaria, alterando el equilibrio ecológico y biogeoquímico del ecosistema (Acosta et al., 2002).</p> <p>La naturaleza poco orgánica de los sedimentos y el pH del agua tienen una gran incidencia en la movilidad y biodisponibilidad de los metales pesados en la columna de agua, ya que al disminuir el contenido de material orgánico en el sedimento también se reduce su capacidad de acumular metales, quedando estos disponibles en disolución, lo cual facilita su transporte a lo largo del cauce.</p> <p>El punto de descarga ubicado en la última laguna está aproximadamente a 600m del río Cocola, el agua se traslada a través de un canal sin pavimentar posibilitando el arrastre e ingreso de sedimentos al río.</p> <p>El deterioro estético del agua contribuye también a la destrucción de zonas de recreación.</p> <p>Posible afectación aguas abajo para animales y pobladores que consumen del agua del río.</p>
--	---

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 39-3: Presencia de metales pesados dentro de las lagunas (Cu)

Escenario accidental (EA12)	Presencia de metales pesados dentro de las lagunas (Cu)
Unidad/Proceso	Sistema de tratamiento
Causas del accidente	<p>Uso excesivo de agroquímicos sintéticos en los monocultivos, puede impregnar ciertos elementos tóxicos en los racimos y a través del proceso de extracción llegar a las lagunas.</p> <p>Sistema de tuberías desprende metales pesados (Cu y Cr) por la corrosión interna y externa permitiendo su traslado hacia las lagunas.</p>
Descripción del escenario	<p>Los sedimentos muestreados en las piscinas de oxidación determinaron: Cobre (85.17mg/Kg) fuera de los límites permisibles en el primer análisis mientras que el Plomo (2.59mg/Kg), Cromo (10.49mg/Kg), Cadmio (<0.05mg/Kg), Arsénico (<0.05), Benceno (0.00015mg/Kg), Tolueno (<0.0001mg/Kg) y Xilenos (<0.0001mg/Kg) presentan concentraciones dentro de los límites permisibles.</p>

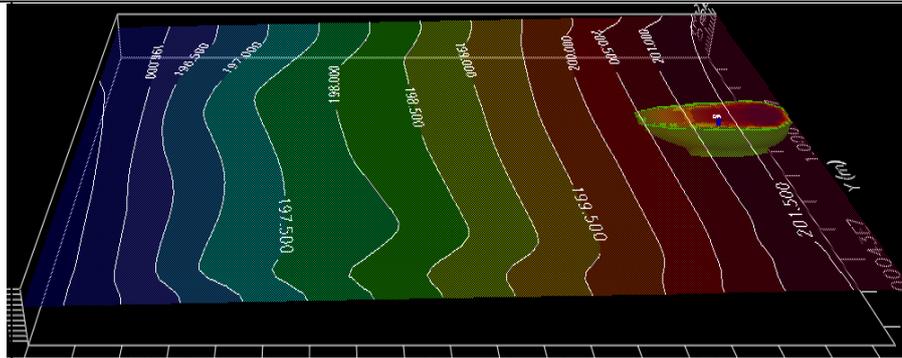


Figura 16-3: Tridimensional georreferenciado del transporte del Cromo
Fuente: Tesis Javier Basantes 2015

La presencia de metales en los suelos de monocultivos y en las lagunas es un problema complejo, la presencia de agentes contaminantes son variados y las fuentes de procedencia son variadas como lo son las rutas que los diversos contaminantes siguen acoplándose en su recorrido a diferentes niveles de la cadena trófica, estos eventos dificultan su control para evitar efectos indeseados sobre el entorno natural y el hombre.

Los contaminantes aparentemente forman un ciclo, el riesgo de exponerse a metales pesados son los daños en la salud de los habitantes y de la flora y fauna cercana. La economía del país se vería afectada si las exigencias internacionales serían un límite difícil de alcanzar si las plantaciones o el aceite crudo de palma no cumplen con las normativas vigentes especialmente de la Union Europea, China entre otros posibles demandantes del producto.

Una investigación realizada por el INIAP determinó la presencia o no de los metales pesados (Cd, Zn y Pb) en los cultivos de exportación, en las distintas zonas productoras del país. El contenido de Pb en los cultivos muestreados de palma africana presentó un máximo de 1.47 ppm Sucumbíos y el valor mínimo 0.24 ppm en la provincia de Esmeraldas. Zn En suelos de palma africana se obtuvo un valor máximo de 10.156 ppm de Zn en Sucumbíos y en la provincia de Esmeraldas 1.22 ppm de Zn. El contenido de Cd en suelos del cultivo de palma africana presentó un valor máximo de 0.687 ppm en los suelos de Los Ríos y el mínimo de 0.20 ppm en suelos muestreados de Pichincha.

Existen ciertas sustancias orgánicas e inorgánicas que a determinadas concentraciones resultan tóxicas para los microorganismos, inhibiendo con ello su actividad y llegando incluso a ser letales, la presencia de estos elementos en el agua puede afectar por tanto a los tratamientos de tipo biológico. Entre los elementos tóxicos que con más frecuencia aparecen en las aguas residuales cabe destacar los metales pesados, aunque son necesarios para la vida de los microorganismos, únicamente son tolerados en concentraciones muy bajas

	<p>(mg/l). A concentraciones mayores actúan sobre las enzimas catalizadoras de los procesos de síntesis inhibiendo su actividad.</p> <p>Sin embargo, para que un metal produzca un efecto nocivo no es suficiente que la concentración total del mismo presente en el suelo sea alta, sino que éste debe encontrarse en una forma química/física que pueda interactuar o que esté disponible para los seres vivos (biodisponible). En general, sólo una fracción del cobre en el suelo está biodisponible, y ésta depende de diversos factores, como la solubilidad intrínseca del compuesto, la capacidad del suelo para interactuar con la fracción soluble de cobre y el tipo de receptor biológico (microorganismos del suelo, plantas, animales, etc.). Mientras no exista conocimiento físico-químico suficiente de las interacciones suelo-metal, las entidades encargadas de dictar normativas seguirán utilizando enfoques preventivos. (TORRES, 2005)</p> <p>Las altas concentraciones de cobre pueden causar vómitos, diarrea, calambres de estómago y náuseas en el caso que el receptor humano ingiera esta agua. También el cobre puede causar daños en el hígado y riñón.</p>
--	--

Realizado por: Karina Alarcón

3.6.4. Descripción de escenarios de accidente exógenos

Considerando que la materia prima proviene de las plantaciones de palma africana, los riesgos derivados de esta actividad compromete directamente a la estabilidad de la extractora en el tiempo y a la capacidad económica de abordar los riesgos ambientales.

Tabla 40-3: Aplicación de agroquímicos

Escenario accidental (EA13)	Aplicación de agroquímicos (insumos agrícolas) Pérdida del potencial productivo en la zona
Causas del accidente	<p>Las características óptimas para el cultivo de palma africana favorecen el desarrollo de poblaciones de malezas vigorosas y diversificadas. Las altas temperaturas, abundantes lluvias crean un ambiente propicio para su crecimiento acelerado, necesitando con mayor frecuencia su control.</p> <p>La aplicación de plaguicidas altera el balance de la naturaleza desequilibrando los sistemas ecológicos.</p> <p>Las maleza resultante es un excelente nido para las plagas. El monocultivo favorece el crecimiento de plagas que se disipan en toda la plantación por carecer de un depredador natural. El riesgo se materializa al realizar la aplicación de plaguicidas sin un control técnico, la fumigación no es selectiva y en algunos casos se carece de estudios sobre las necesidades del cultivo.</p>

	<p>Insecticida como Lannate (Metomil), Sevin (Carbaril), Glifosato, Benfurool, Gramoxone, Counter, Garamila, Endosulfan; estos insumos agrícolas representan a la mayoría de plaguicidas que fueron utilizados hace mas 10 años en el sector palmero o se siguen empleando.</p> <p>Se deben tomar en cuenta las restricciones que hay en el uso de plaguicidas, debido a su residualidad, provocando daños al medio ambiente en la flora, fauna, aguas superficiales y subterráneas. (TECHNOSERVE, 2009)</p> <p>El traslado de los metales pesados a la cadena trófica depende de su biodisponibilidad en el suelo necesariamente el contaminante necesita lixiviar y estar en una forma disponible para la planta en caso contrario se queda retenido en la parte sólida del suelo (arcilla). Que un contaminante esté presente en el suelo no significa que pueda ser adsorbido por las plantas.</p> <p>La contaminación del agua proviene de la aplicación inadecuada (anti-técnica) de fertilizantes y el mal uso y manejo de plaguicidas. Aunque las causas de la contaminación del agua no pueden ser completamente identificadas porque los contaminantes suelen diluirse en las aguas de ríos, la contaminación se produce por la falta de conocimiento de la relación (cultivo-ambiente) (suelo-clima) y del buen manejo de productos venenosos (NUÑEZ, 1998)</p>
<p>Descripción del escenario</p>	<p>La maleza alberga o favorece el desarrollo de insectos plagas o agentes patogénicos que resultan indeseables para el monocultivo de palma requiere la aplicación de químicos complejos para la erradicación de plagas y el control de malezas competitivas, la efectividad del tratamiento puede ser baja, y los efectos sobre el entorno natural especialmente sobre el factor suelo se desconoce parcialmente como las moléculas empleadas en estos productos sintéticos están causando perturbaciones; si sus estructuras son fáciles de degradar o si realmente se constituyen en contaminantes.</p> <p>El glifosato es uno de los herbicidas de uso extendido en la zona, el cual puede ser empleado sólo o en mezclas con otras sustancias. Con respecto a su uso, existen opiniones divergentes, estudios detallan a este compuesto como un químico amigable con el ambiente, altamente biodegradable (Strange et al., 2004); también la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2002) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) afirman que tiene una toxicidad aguda oral baja en mamíferos (DL₅₀:5.000 mg/Kg), y no tiene propiedades cancerígenas, mutagénicas, ni tóxicas. Sin embargo, otros estudios revelan lo contrario y describen a los plaguicidas basados en glifosato como causantes de efectos ambientales en los factores abióticos y en la biota. (United States Department of Agriculture, 1997; Cox, 1995). Entre los principales hallazgos con respecto a los efectos colaterales del glifosato se ha encontrado que afecta la regulación del ciclo celular de peces y anfibios, igualmente se han reportado efectos genotóxicos, hormonales, enzimáticos, mutagénicos, cancerígenos, alteraciones</p>

	<p>genéticas e indicadores de estrés oxidativo (Bolognesi et al., 1997; Daruich et al., 2001; EI-Demerdash et al., 2001). Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma ISSN 0123-8353-2008.</p> <p>Estudios realizados en el país reconocen que en las zonas donde se practica el monocultivo intenso hay problemas de contaminación. La aplicación de plaguicidas con un régimen de control de plagas rutinario y de monitoreo resulta indicado para las plantaciones, su subutilización y el desconocimiento en la relación plaguicida-medio ambiente por parte de los pequeños palmicultores eleva el riesgo de causar daños a los receptores mas propensos.</p> <p>El area de influencia directa como indirecta esta rodeada de plantaciones de palma entre otros cultivos que consumen agua, las elevadas precipitaciones junto con la escorrentía superficial cargan el agua de agroquímicos, materia orgánica y particulas del suelo, de las formaciones superficiales o geológicas todos estos componentes son arrastrados hacia el río contribuyendo al impacto negativo en la ecología acuatica. Las continuas irrupciones modifica las características habituales del recurso hídrico y es posible el cambio en la composición de las sales, del oxígeno disuelto, varía la temperatura, el color y turbidez y se altera el pH. Se introducen elementos extraños que a veces son agresivos para los organismos del lugar si las concentraciones sobrepasan los limites permisibles.(Garduña. Hector, 1994)</p>
--	---

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 41-3: Desaparición de cobertura vegetal nativa

Escenario accidental (EA14)	Desaparición de cobertura vegetal nativa
Causas del accidente	<p>Uso de áreas extensas de terreno para lagunas y monocultivo</p> <p>Cambio de la cobertura vegetal por cultivos perennes (palma africana)</p> <p>Tala de bosques</p>
Descripción del escenario Consecuencias	<p>La transformación masiva de áreas extensas de terreno para cultivar palma o cualquier otra actividad productiva sin duda tendrá un impacto ambiental sobre los factores ambientales suceptibles.</p> <p>Al desaparecer la cobertura vegetal, el suelo se expone al desgase atmosférico, al arrastre del material fertil por acción de las lluvias, y a la erosión que en pendientes es más frecuente por el desmonte, el suelo queda desnudo y desprotegido</p> <p>La vegetación natural con el paso de los años ha sido reemplazada por monocultivos y pastizales, quedando un remanente de vegetación arborea y arbustiva nativa la cual se ha acoplado al cambio en la zona. Estas alteraciones han ocasionado la</p>

	<p>muerte de especies sensibles, o la migración hacia lugares apartados por la presencia de personas o el ruido de la empresa, lejos de las instalaciones algunas especies pueden constituir un nuevo habitat en los espacios fragmentados naturales que aún les dan la acogida para vivir, alimentarse y reproducirse.</p> <p>Los pequeños palmicultores disponen de 2 a 5 ha para cultivar la palma un desastre natural o fitosanitario comprometería la calidad de vida de un gran número de familias la desigual distribución de tierras conlleva a la tenencia de grandes extensiones de terrenos en pocas manos agravando la ampliación de la frontera agrícola en el cantón.</p> <p>La disminución de la biodiversidad reduce el potencial propio de restauración autosustentable de los sistemas y el mantenimiento de la calidad del recurso agua bajo diferentes condiciones ambientales en un futuro.(Mooney; 1995: 400)</p>
--	---

Tabla 42-3: Problema fitosanitario

Escenario accidental (EA15)	<p>Problema fitosanitario</p> <p>Afectación a las plantaciones de palma (materia prima) por aparición de una enfermedad</p>
Causas del accidente	<p>Monocultivo</p> <p>Favorables condiciones ambientales para el desarrollo de plagas</p> <p>Condiciones pobres de aireación del suelo, y una nutrición desbalanceada predisponen a las plantas a trastornos como la PC y otros similares.</p>
Descripción del escenario	<p>(Cenipalma, 2013) consiguió identificar a <i>Phytophthora palmivora</i> como agente causante de la PC, esta enfermedad ataca bruscamente a las plantaciones más susceptibles.</p> <p>El riesgo económico y ambiental provocado por plagas en los cultivos, por enfermedades de las plantas y la maleza competitiva compromete la estabilidad de la extractora si la materia prima enfrenta un problema fitosanitario al no ser detectado a tiempo necesariamente es erradicado con la tala de los cultivos; repercutiendo en toda la cadena productiva, desde los productores, extractores, comercializadores y exportadores de aceite.</p> <p>Investigaciones dirigidas por Cenipalma y Palmas del Casanare, determinó que la tasa de extracción de aceite se relaciona directamente con la PC. Al comparar los datos de la TEA entre palmas sanas y enfermas, el valor de la tasa de extracción fue inferior en cuatro puntos porcentuales en palmas enfermas de cada uno de los materiales genéticos evaluados: La enfermedad afecta negativamente la calidad del aceite, aumentando la cantidad de ácidos grasos libres. El porcentaje de extracción de aceite varía entre estados de sanidad, presentándose una diferencia de nueve puntos porcentuales entre palmas inestables y de alta calidad.</p>

	<p>En la zona palmera de San Lorenzo existen un total de 144 palmicultores que entregan su fruta en las 4 extractoras que existen en el área, de las cuales sólo tres estuvieron en operación en el año 2013, ya que una tuvo que parar su funcionamiento debido al descenso drástico de la producción de fruta fresca de sus plantaciones propias y la de los palmicultores de la zona afectados por PC. De acuerdo a la información provista por las empresas extractoras de aceite de palma en la zona de San Lorenzo, se estima que en los últimos 5 años se han perdido más de 15000 hectáreas debido a la PC.</p>
--	---

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 43-3: Baja en el precio del aceite de palma

Escenario accidental (EA16)	Baja en el precio del aceite de palma
Causas del accidente	<p>El país produce el 1% de palma a nivel mundial</p> <p>Globalización del mercado del aceite de palma africana y el crecimiento de la oferta en el mundo</p> <p>La volatilidad del mercado como resultado de las fluctuaciones del precio del petróleo</p> <p>El efecto de la crisis en USA y Europa que generó la subida de la oferta en el mundo generando excedentes de producción en Sudamérica</p> <p>Competencia como Colombia, Brasil, Perú un gran impulso en el cultivo</p> <p>Las normativas más exigentes en la comunidad europea con respecto a certificados ambientales y sociales (RSPO)</p> <p>Distribución de los recursos económicos en base a las prioridades que la empresa amerite más importantes</p>
Descripción del escenario	<p>A pesar de ser el segundo productor latinoamericano de palma y quinto en el mundo, la participación de Ecuador en la producción mundial es muy baja (1.0 % en el 2007). En consecuencia, su condición de productor marginal en el mercado mundial de aceites y grasas y en particular del aceite de palma, determina que el país deba tomar los precios del mercado internacional, pues su capacidad de fijar precios o de afectar los precios internacionales con mayores o menores volúmenes de oferta es nula.</p> <p>El consumo interno de aceite en el 2014 se calcula que bordeó las 210 mil toneladas y se estima que hubo un excedente de 280 mil toneladas, que se fueron al exterior, especialmente a Venezuela y Colombia, principal mercado de Ecuador.</p> <p>La Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus derivados de Origen Nacional (Fedapal) calcula que este 2015 se podrían producir unas 520 mil toneladas métricas.</p>

	<p>En el Ecuador, la palmicultura, se ha convertido en una actividad agroindustrial muy dinámica, orientada al desarrollo económico y social sostenible para las áreas rurales, ya que impulsa la creación de empresas, genera empleo permanente, provee divisas con la producción que se exporta, por la preservación de los ecosistemas y protección de los recursos hídricos; impulsa el desarrollo agropecuario del país, no solo desde el punto de vista del cultivo sino por la serie de negocios subyacentes que se generan.</p>
--	---

Realizado por: Karina Alarcón

3.6.5. RIESGOS MEDIOAMBIENTALES EXTERNOS

La extractora también puede verse afectada por riesgos ambientales que provienen desde fuera de la empresa, los daños ocasionados son responsabilidad de la empresa su breve restauración y disminución.

Los fenómenos naturales pueden representar una fuente de riesgo ambiental para la extractora por la frecuencia e intensidad con que el fenómeno se desarrolle en el tiempo debido a su ubicación. La vulnerabilidad del entorno se ve reflejada en el efecto sobre el medio natural, humano y sobre todo en los costos económicos que su restauración representa.

Los riesgos externos pueden ser:

3.6.5.1 Riesgos asociados a fenómenos naturales

Riesgos morfoclimaticos:

Inundaciones:

- La posibilidad de un desborde de las lagunas es bajo porque no ha sucedido. La microcuenca del río Cocola recibe fuertes lluvias entre los meses de enero y mayo. Esta amenaza natural es moderada que ocurra aún con un desborde del río, ya que la extractora se encuentra a una altura adecuada.
- Las continuas precipitaciones en época lluviosa permiten el sobrellenado de las lagunas por carecer de cubierta, ningún evento de este tipo se ha presentado en el sistema de tratamiento.

Deslizamientos:

- En la zona de estudio se presentan áreas con pequeñas elevaciones de poca consideración e improbabilidad de ocurrencia de un fenómeno de este tipo. Por tanto el riesgo de ocurrencia de un deslizamiento de tierra es bajo.
- Las continuas precipitaciones en la zona de estudio no son muy influyentes en la incidencia de un deslizamiento debido a lo especificado anteriormente.

3.6.5.2 *Riesgos geofísicos:*

Sismos:

- El riesgo sísmico es el producto de la amenaza o peligro sísmico por la vulnerabilidad de una instalación o estructura particular y por el costo de ésta, considerando todas las incertidumbres asociadas. Es evidente que, al no poder modificar la amenaza, la única salida para minimizar el riesgo es reducir sustancialmente la vulnerabilidad.
- Según la información existente en la Provincia de Pichincha (2005), existe un nido de sismicidad en el sector de Los Bancos, que constituye para la extractora la fuente más cercana de un posible evento sísmico. Según datos de la Escuela Politécnica de Quito, en el año 2000 se reportó un sismo de 4.8 ° en la escala de Richter, no se conoce de otro evento parecido que comprometa la zona de estudio.
- El vertido del agua residual por movimiento sísmico, puede liberar las sustancias contaminantes de las lagunas y arrastrarlas hacia los terrenos cercanos y al río, también pueden infiltrar en las capas del suelo hacia aguas subterráneas el riesgo es bajo.

Erupciones volcánicas:

- Los rasgos visuales más imponentes de la Sierra son los volcanes; actualmente existen ocho volcanes activos en Ecuador cuyos depósitos volcánicos incluyen cenizas, flujos de lava y lahares. Los volcanes que pueden influenciar en la normalidad de las actividades de la zona en estudio son: Guagua Pichincha, Ninahuilca y Quilatoa afectando por la caída de ceniza en este caso el riesgo es bajo.

Tsunamis:

- La zona de estudio se encuentra a 32 km de distancia del océano pacífico, por tanto no existe riesgo de ocurrencia de este tipo de fenómenos.

Deslizamientos de tierras:

- En la zona de estudio se presentan áreas con pequeñas elevaciones de poca consideración e improbabilidad de ocurrencia de un fenómeno de este tipo. Por tanto el riesgo de ocurrencia de un deslizamiento de tierra es bajo.
- La sismicidad en la zona de estudio no es muy influyente en la incidencia de un deslizamiento debido a lo especificado anteriormente.

3.6.5.3 *Riesgo asociado a las actividades desarrolladas en las instalaciones vecinas*

La importancia de esas instalaciones vecinas radica en que un accidente o sus subproductos industriales pueden arrastrar residuos contaminantes a la extractora y comprometer la calidad del agua, suelo y aire de la zona afectada.

La extractora se encuentra rodeada de actividades agrícolas como cultivos de palma, papaya, café correspondiente a dos dueños aledaños, aproximadamente a 10 m toma el agua del río Cocola que aguas arriba no compromete la calidad del agua por la ausencia de actividad industrial, por tanto, el riesgo es moderado.

3.6.5.4 *Riesgo asociados a actividades históricas*

Las actividades agrícolas que predominaron hace más de 35 años antes de la construcción de la extractora fueron el cultivo de palma, banano, maracuyá entre otros, la empresa se asentó en esta ubicación estratégica por la facilidad de receptor los frutos de la palma africana de la zona además la extractora toma el agua del río cocola. A lo largo del tiempo el caudal del río se ha visto reducido y se ha sustituido la vegetación natural de la zona considerando este riesgo moderado.

3.7. Evaluación del riesgo ambiental en el sistema de tratamiento por lagunas de Oxidación

En el país la importancia del medio ambiente es muy reciente y se ve reflejada en los programas de protección de los ecosistemas y la inclusión de los Derechos de la Naturaleza en la Constitución Política a pesar de estos avances carecemos de información sobre especies endémicas de flora y fauna y su papel dentro de su hábitat, esto acompañado de inconsistencias en la Normativa respecto a descargas abre un debate, si los parámetros que establece el TULAS son confiables porque las actividades productivas siempre representarán un riesgo inherente hacia los factores ambientales expuestos. Esto obliga a futuras modificaciones e investigación en el tema tomando como punto de partida los ambientes naturales como referente del cambio que las actividades productivas han generado en los ecosistemas.

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD} \times \text{CONSECUENCIA}$$

Formula: Determinación del riesgo ambiental

La metodología se ha centrado en la determinación de los dos factores que intervienen en el Riesgo Ambiental: las Consecuencias Ambientales y la Probabilidad de que se produzca un escenario. La determinación del riesgo dependió de la localización geográfica de la empresa, su cercanía a factores ambientales vulnerables y el impacto hacia el entorno natural determinaron el nivel de riesgo.

3.7.1. *Evaluación del riesgo ambiental*

Los riesgos ambientales son un caso particular, donde lo que se valora es el peligro de causar daños al medio ambiente y su coste estimado.

Una vez hemos determinado los peligros y les hemos asociado riesgos ambientales y escenarios entramos de lleno en la segunda parte de la norma UNE 150008:2008, la valoración del riesgo medio ambiental.

3.7.1.1 *PROBABILIDAD*

En función de la experiencia del sector y de nuestra empresa se eligió para cada riesgo ambiental un valor de 1 a 5 y que se corresponde con la frecuencia de incidentes durante los últimos treinta años que corresponden al tiempo de funcionamiento de la empresa.

Tabla 44-3: Rangos de estimación probabilística

VALOR	PROBABILIDAD	
5	Muy probable	< una vez a la semana
4	Altamente probable	> una vez a la semana y < una vez al mes
3	Probable	> una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	> una vez al año y < una vez cada 05 años
1	Poco probable	> una vez cada 30 años

Fuente: Norma UNE 150008:2008

Tabla 45-3: Estimación de la probabilidad para cada escenario

ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD		
ESCENARIOS DE RIESGO ENDÓGENO		
Escenario Accidental	Zonas de la instalación	Escenario
EA 1	Proceso de extracción Sistema de tratamiento	Acidificación del licor mezclado (agua residual)
EA 2	Clarificación Tanques florentinos	Ingreso de alto contenido de aceite crudo al sistema de tratamiento
EA 3	Sistema de tuberías del proceso de extracción y sistema tratamiento	Rotura de la tubería
EA 4	Sistema de tratamiento	Filtración de sustancias contaminantes
EA 5	Alrededor del sistema de tratamiento	Dersborde del efluente de las lagunas
EA 6	Sistema de tratamiento	Perdida de la capacidad de almacenamiento Colmatación de lodos
EA 7	Sistema de tratamiento	Contaminación por Emisión de gases
EA 8	Sistema de tratamiento Canal de transporte Río	Proliferación de vectores
EA 9	Sistema de tratamiento Río	Disminución del caudal del río (Reducción en la provisión de agua permanente)
EA 10	Alrededor del sistema de lagunas	Contaminación por aplicación de herbicidas
EA 11	Sistema de tratamiento Río	Descarga del efluente con indicadores fuera de norma
EA 12	Sistema de tratamiento	Presencia de metales pesados en las lagunas
ESCENARIOS DE RIESGO EXÓGENO		
EA 13	Monocultivo Terrenos de cultivo	Aplicación de agroquímicos Perdida del potencial productivo en la zona
EA 14	Extractora AID, AII	Desaparición de cobertura vegetal nativa

EA 15	Monocultivo Terrenos de cultivo	Problema fitosanitario
EA 16	Agroindustria del aceite de palma	Baja en el precio del aceite de palma

Realizado por: Karina Alarcón

3.7.1.2 CONSECUENCIAS

La segunda parte de la ecuación consiste en la estimación de las consecuencias para cada uno de los tres entornos, natural, humano y socioeconómico. Para cada uno de ellos, a pesar de la mecánica simple de asignación de valores, debemos de determinar la gravedad de estas consecuencias. Esta gravedad se calcula de forma diferente en función del entorno.

Tabla 46-3: Estimación de la gravedad de las consecuencias

Gravedad	Límites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno humano	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno socioeconómico	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

Fuente: Norma UNE 150008:2008

Cantidad: Es el probable volumen de sustancia emitida al entorno;

Peligrosidad: Es la propiedad o aptitud intrínseca de la sustancia de causar daño (toxicidad, posibilidad de acumulación, bioacumulación, etc.);

Extensión: Es el área de influencia del impacto en el entorno.

Calidad del medio: Se considera el impacto y su posible reversibilidad;

Población afectada: Número estimado de personas afectadas;

Patrimonio y capital productivo: Se refiere a la valoración del patrimonio económico y social (patrimonio histórico, infraestructura, actividad agraria, instalaciones industriales, espacios naturales protegidos, zonas residenciales y de servicios).

Antes de pasar a la valoración final de cada escenario debemos determinar la gravedad de cada escenario ambiental. La forma de obtener el valor de la gravedad es sumando los diferentes factores, calidad, extensión y calidad del medio más el doble del factor de peligrosidad.

3.7.2. ENTORNO NATURAL

Respecto al entorno natural, los factores que consideramos son los siguientes para determinar su gravedad:

Asignaremos valores a estos factores en función de la siguiente tabla de las consecuencias de cada uno de los escenarios ambientales sobre el entorno natural.

Tabla 47-3: Rangos de los límites en el entorno natural

SOBRE EL ENTORNO NATURAL				
Valor	Cantidad (Tm)	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio
4	Muy alta (>500)	Muy peligrosa	Muy extenso (r>1km)	Muy Alto (+100)
3	Alta (50-500)	Peligrosa	Extenso (r<1km)	Alto (entre 50 y 100)
2	Poca (5-49)	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo (entre 5 y 50)
1	Muy poca (<5)	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Muy bajo (-5)

Fuente: Norma UNE 150008:2008

Conviene aclarar que la peligrosidad está relacionada con el comportamiento de los componentes contaminantes, es decir, sus propiedades físico-químicas y por otro los procesos dentro del comportamiento medioambiental como son: Volatilidad, Hidrólisis, Adsorción/ Desorción, Bioconcentración, Precipitación, Disolución o Formación de complejos

Nos referimos a población afectada a la fauna y flora existente tomando en cuenta las especies vulnerables o de interés especial y también la existencia o no cercana de entornos naturales protegidos.

Aplicadas estas puntuaciones al entorno natural y a los escenarios ambientales el resultado es el siguiente:

3.7.3. ENTORNO HUMANO

En segundo lugar, debemos determinar la gravedad de las consecuencias sobre el entorno humano, en este caso los parámetros a determinar para cada escenario ambiental es el siguiente

Como en el caso anterior para asignar los valores del escenario para el entorno humano la tabla que utilizaremos es la siguiente:

Tabla 48-3: Rangos de los límites en el entorno humano

SOBRE EL ENTORNO HUMANO				
Valor	Cantidad (Tm)	Peligrosidad	Extensión	Población afectada
4	Muy alta (>500)	Muy peligrosa	Muy extenso ($r > 1$ km)	Muy Alto (+100)
3	Alta (50-500)	Peligrosa	Extenso ($r < 1$ km)	Alto (entre 50 y 100)
2	Poca (5-49)	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo (entre 5 y 50)
1	Muy poca (<5)	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Muy bajo (-5)

Fuente: Norma UNE 150008:2008

3.7.4. ENTORNO SOCIOECONÓMICO

Como hemos hecho en los otros dos escenarios utilizaremos una tabla auxiliar para completar esta información:

Tabla 49-3: Rangos de los límites en el entorno socioeconómico

SOBRE EL ENTORNO SOCIOECONÓMICO				
Valor	Cantidad (Tm)	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo
4	Muy alta (>500)	Muy peligrosa	Muy extenso ($r > 1$ km)	Muy Alto
3	Alta (50-500)	Peligrosa	Extenso ($r < 1$ km)	Alto
2	Poca (5-49)	Poco peligrosa	Poco extenso (Emplazamiento)	Bajo
1	Muy poca (<5)	No peligrosa	Puntual (Área afectada)	Muy bajo

Fuente: Norma UNE 150008:2008

En este caso también conviene aclarar el concepto de “patrimonio y capital productivo” será más alto cuanto más daño económico se cause por el riesgo y también será más alto cuanto más daño se cause al patrimonio cultural o artístico situado cerca de la instalación.

Para obtener valores confiables de las Consecuencias Ambientales y la Probabilidad de que se produzca un escenario, la calificación del riesgo ambiental se llevo a cabo por un grupo de expertos en el tema descritos a continuación:

3.8. Calificación del grupo de expertos en los tres entornos

PROBABILIDAD	RIESGO			CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO
	ECOLÓGICO	HUMANO	SOCIECONOMICO	
5	20	10	15	15
4	8	8	12	9,333333333
4	12	8	12	10,66666667
5	25	15	15	18,33333333
4	8	8	8	8
4	12	12	12	12
4	16	16	16	16
5	15	15	15	15
3	6	9	9	8
4	20	20	16	18,66666667
4	20	16	16	17,33333333
5	15	15	15	15
5	25	25	20	23,33333333
5	25	20	15	20
5	25	20	25	23,33333333
3	9	15	12	12
4	12	8	12	10,66666667

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 50-3: Calificación Experto 2

PROBABILIDAD	RIESGO			ASIGNACIÓN DE RIESGO TOTAL
	ECOLÓGICO	HUMANO	SOCIECONOMICO	
5	8	7	8	7,666666667
5	8	7	8	7,666666667
3	5	4	4	4,333333333
4	6	6	6	6
3	6	6	6	6
4	7	7	6	6,666666667
5	8	8	8	8
5	6	6	6	6
5	8	8	8	8
4	7	7	7	7
4	8	8	7	7,666666667
4	7	7	7	7

4	8	9	8	8,333333333
4	7	7	7	7
4	7	6	7	6,666666667
3	7	6	7	6,666666667
1	3	3	3	3

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 51-3: Calificación Experto 3

PROBABILIDAD	RIESGO			ASIGNACIÓN DE RIESGO TOTAL
	ECOLÓGICO	HUMANO	SOCIECONOMICO	
5	15	10	15	13,33333333
5	15	10	15	13,33333333
4	12	12	12	12
4	12	12	12	12
2	6	4	6	5,333333333
3	9	9	9	9
4	12	12	12	12
3	6	6	6	6
3	9	6	6	7
3	12	9	12	11
3	9	9	9	9
2	6	6	8	6,666666667
3	15	12	12	13
4	12	8	12	10,66666667
5	15	15	20	16,66666667
2	2	2	2	2
1	4	3	3	3,333333333

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 52-3: Calificación Experto 4

PROBABILIDAD	RIESGO			ASIGNACIÓN DE RIESGO TOTAL
	ECOLÓGICO	HUMANO	SOCIECONOMICO	
5	15	15	15	15
5	15	10	15	13,33333333
3	9	6	9	8
5	20	15	15	16,66666667
3	9	6	6	7
3	9	9	6	8
5	20	20	15	18,33333333
5	15	10	15	13,33333333
4	8	8	12	9,333333333
4	16	16	16	16
3	15	12	12	13
5	20	15	15	16,66666667

5	25	20	20	21,66666667
4	12	12	8	10,66666667
4	12	12	12	12
2	4	6	8	6
2	6	6	6	6

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 53-3: Calificación Experto 5

PROBABILIDAD	RIESGO			ASIGNACIÓN DE RIESGO TOTAL
	ECOLÓGICO	HUMANO	SOCIECONOMICO	
5	15	10	15	13,33333333
5	15	15	15	15
3	9	9	9	9
4	12	12	12	12
3	12	9	9	10
3	9	12	12	11
5	15	15	15	15
5	15	10	10	11,66666667
5	15	15	15	15
3	12	9	12	11
3	9	9	6	8
2	8	6	6	6,66666667
3	15	12	12	13
3	9	6	6	7
3	12	9	9	10
2	6	6	6	6
2	6	6	6	6

Realizado por: Karina Alarcón

Tabla 54-3: Calificación Experto 6

PROBABILIDAD	RIESGO			ASIGNACIÓN DE RIESGO TOTAL
	ECOLÓGICO	HUMANO	SOCIECONOMICO	
5	20	20	20	20
4	20	16	16	17,33333333
4	12	12	12	12
5	15	15	15	15
4	12	12	12	12
4	20	16	16	17,33333333
4	16	16	16	16
4	8	8	8	8
3	3	3	6	4
4	4	4	8	5,33333333
4	12	8	8	9,33333333
4	16	4	4	8
5	25	20	20	21,66666667
5	25	25	25	25

5	20	15	25	20
3	3	3	15	7
4	20	20	20	20

Realizado por: Karina Alarcón

3.8.1. Modelo Matemático CHI Cuadrado

$$H_i = x_1 > x_2$$

$$H_o = x_1 < x_2$$

3.8.1.1 Modelo estadístico

$$X_c^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Simbología:

X_c^2 = CHI Cuadrado calculado	f_o = Frecuencia observada
X_t^2 = CHI Cuadrado tabulado	f_e = Frecuencia esperada
\sum = Sumatoria	α = Nivel de confianza
IC= Intervalo de confianza	GL= Grados de libertad

Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

$$IC = 95\%$$

Zona de rechazo

Columnas 6, filas 16

$$GL = (6-1)(16-1)$$

$$GL = 5 \cdot 16$$

GL= 80 Leída de tabla

$$X_t^2 = 101,8795$$

Regla de decisión

Si $H_i = x_1 < x_2$ Rechazo la H_o

si $H_o = x_1 > x_2$ Rechazo la H_i

3.8.1.2 *Calculo del CHI Cuadrado de los expertos*

Tabla 55-3: Frecuencias observadas

Experto	Exp.1	Exp.2	Exp.3	Exp.4	Exp.5	Exp.6	TOTAL
EA1	15,00	7,60	13,3	15	13,3	20	84,2
EA2	9,30	7,60	13,3	13,3	15	17,3	75,8
EA3	10,60	4,30	12	8	9	12	55,9
EA4	18,30	6,00	12	16,6	12	15	79,9
EA5	8,00	6,00	5,3	7	10	12	48,3
EA6	12,00	6,60	9	8	11	17,3	63,9
EA7	16,00	8,00	12	18,3	15	16	85,3
EA8	15,00	6,00	6	13,3	11,6	8	59,9
EA9	8,00	8,00	7	9,3	15	4	51,3
EA10	18,60	7,00	11	16	11	5,3	68,9
EA11	17,30	7,60	9	13	8	9,3	64,2
EA12	15,00	7,00	6,6	16,6	6,6	8	59,8
EA13	23,30	8,30	13	21,6	13	21,6	100,8
EA14	20,00	7,00	10,6	10,6	7	25	80,2
EA15	23,30	6,60	16,6	12	10	20	88,5
EA16	12,00	6,60	2	6	6	7	39,6
TOTAL	252,30	113,20	162,00	210,60	179,50	237,80	1155,4

Realizado por: Karina Alarcón

Calculo de frecuencias esperadas

$$E_{ij} = \frac{(n_i)(m_j)}{n}$$

$$E_{ij} = \frac{(15)(252.30)}{1155.4}$$

$$E_{ij} = 3.28$$

Tabla 56-3: Frecuencias esperadas

FRECUENCIAS ESPERADAS							
EXPERTO	EXP.1	EXP.2	EXP.3	EXP.4	EXP.5	EXP.6	TOTAL
EA1	3,28	0,74	1,86	2,73	2,07	4,12	14,80
EA2	2,03	0,74	1,86	2,42	2,33	3,56	12,96
EA3	2,31	0,42	1,68	1,46	1,40	2,47	9,74
EA4	4,00	0,59	1,68	3,03	1,86	3,09	14,24
EA5	1,75	0,59	0,74	1,28	1,55	2,47	8,38
EA6	2,62	0,65	1,26	1,46	1,71	3,56	11,26
EA7	3,49	0,78	1,68	3,34	2,33	3,29	14,92
EA8	3,28	0,59	0,84	2,42	1,80	1,65	10,58

EA9	1,75	0,78	0,98	1,70	2,33	0,82	8,36
EA10	4,06	0,69	1,54	2,92	1,71	1,09	12,01
EA11	3,78	0,74	1,26	2,37	1,24	1,91	11,31
EA12	3,28	0,69	0,93	3,03	1,03	1,65	10,58
EA13	5,09	0,81	1,82	3,94	2,02	4,45	18,13
EA14	4,37	0,69	1,49	1,93	1,09	5,15	14,70
EA15	5,09	0,65	2,33	2,19	1,55	4,12	15,92
EA16	2,62	0,65	0,28	1,09	0,93	1,44	7,01
TOTAL	55,09	11,09	22,71	38,39	27,89	48,94	204,12

Realizado por: Karina Alarcón

Calculo de X^2

Tabla 57-3: Calculo de X^2

f_o	f_e	$(f_o - f_e)$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
84,2	14,80	69,4	4761,36	56,55
75,8	12,96	62,84	3948,84	52,10
55,9	9,74	46,16	2130,75	38,12
79,9	14,24	65,66	4311,26	53,96
48,3	8,38	39,92	1593,6	32,99
63,9	11,26	52,64	2760,63	43,20
85,3	14,92	70,38	4953,34	58,07
59,9	10,58	49,32	2432,46	40,61
51,3	8,36	42,94	1843,84	35,94
68,9	12,01	56,89	3236,47	46,97
64,2	11,31	52,89	2797,35	43,57
59,8	10,58	49,22	2422,6	40,51
100,8	18,13	82,67	6834,32	67,80
80,2	14,70	65,5	4290,25	53,49
88,5	15,92	72,58	5267,85	59,52
39,6	7,01	32,59	1062,1	26,82
48,9	9,21	39,69	1575,29	32,21
TOTAL				782,45

Realizado por: Karina Alarcón

$$X_{cal}^2 = 782.45$$

Calculo del X^2 tabulado

Nivel de confianza= 95%

$$X_{tab}^2 = 101,8795$$

Regla de decisión

$$X_{cal}^2 = 782.45$$

$$X_{tab}^2 = 101,8795$$

$$x_{tab} < x_{cal}$$

$$101,8795 < 782.45$$

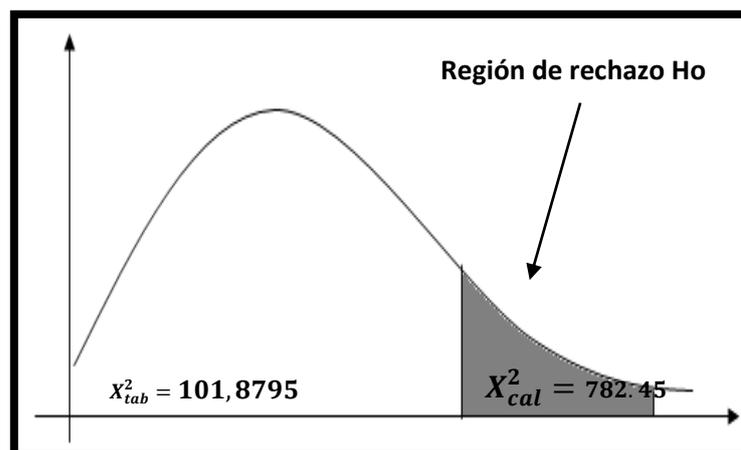


Figura 22-3: Grafico Determinación de Chi Tabular vr Chi Calculado
Realizado por: Karina Alarcón

Decisión

Como el valor de Chi calculado es mayor al valor de Chi tabulado; esto es $x_{tab} = 101,8795 < x_{cal} = 782.45$, es decir que la calificación total del riesgo por el grupo de expertos es fiable para la estimación del riesgo ambiental.

3.8.2. Riesgo total en los 16 Escenarios de Accidente

Tabla 59-3: Calificación total del riesgo en los tres entornos

(EA)	Escenarios de Accidente	Entorno Ecológico	Entorno Humano	Entorno Socioeconómico	RIESGO TOTAL
1	Acidificación del licor mezclado (agua residual)	17	13	16	14,80
2	Ingreso de alto contenido de aceite crudo al sistema de tratamiento	14,6	10,8	14,6	12,96
3	Rotura de la tubería	10,8	9,4	10,8	9,74
4	Filtración de sustancias contaminantes	16,8	13,8	13,8	14,24
5	Dersborde del efluente de las lagunas	9,4	7,8	8,2	8,38
6	Perdida de la capacidad de almacenamiento Colmatación de lodos	11,8	11,6	11	11,26
7	Contaminación por Emisión de gases	15,8	15,8	14,8	14,92
8	Proliferación de vectores	9,8	9,8	9,8	10,58
9	Disminución del caudal del río (Reducción en la provisión de agua permanente)	8,2	8,2	9,6	8,36
10	Contaminación por aplicación de herbicidas	12,8	11,6	12,8	12,01
11	Descarga del efluente con indicadores fuera de norma	13,2	10,8	10,2	11,31
12	Presencia de metales pesados en las lagunas	13	9,2	9,6	10,58
13	Aplicación de agroquímicos Perdida del potencial productivo en la zona	21	17,8	16,8	18,13
14	Desaparición de cobertura vegetal nativa	17,6	14,2	13,2	14,70
15	Problema fitosanitario	16,8	14,2	18,2	15,92
16	Baja en el precio del aceite de palma	4,8	6,6	8,6	7,01

Realizado por: Karina Alarcón

	Riesgo Significativo: 16-25
	Riesgo Moderado: 6-15
	Riesgo Leve: 1-5

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DEL PLAN DE MEDIDAS PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS AMBIENTALES EN LOS EFLUENTES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE ROJO DE PALMA AFRICANA.

4.1 Plan de medidas de minimización de riesgos ambientales en los 12 escenarios de accidente endógenos.

4.1.1. *Objetivos*

- Proponer medidas preventivas para controlar el riesgo ambiental endógeno en las lagunas de oxidación.
- Reducir el riesgo ambiental a niveles aceptables en todos los escenarios de accidente.
- Implementar medidas de minimización del riesgo ambiental en todos los escenarios propuestos para las lagunas de oxidación.

4.1.2. *Introducción*

El presente trabajo consiste en la elaboración de un plan de prevención y reducción del riesgo ambiental, usando la información recopilada y la evaluación de riesgo realizada en los efluentes de la Extractora PEXA S.A. tomada como modelo.

Se propone si no es posible lograr una extractora con efluentes que no produzcan ninguna fuente de contaminación, se tiene que elaborar una estrategia para mantener los riesgos ambientales a nivel aceptable. En la práctica lo mencionado indica que ningún desecho industrial que contenga sustancias contaminantes, debe alcanzar el ambiente, sin que antes haya recibido un eficiente tratamiento y poder confinarlo de manera conveniente y segura.

Las diferentes fallas existentes en el sistema de lagunas de oxidación, se remediarán de una manera pronta y oportuna, antes de que se materialice cualquier escenario citado y pueda afectar al ambiente, a la productividad y la estabilidad de la Extractora.

Las instrucciones descritas en este documento promueven una solución viable, en donde la interacción organización-medio ambiente se entiende como un elemento relevante cuyo

conocimiento y análisis exige la integración, desde un punto de vista estratégico, de las variables ambientales dentro de los procesos de toma de decisiones empresariales en la Extractora.

Es importante para la Extractora decidir qué se realizará, con qué recursos humanos, técnicos, financieros; la manera de operativizar los planes, programas y proyectos. Se trata de asegurar que se ejecute lo planificado con la finalidad de obtener los resultados esperados. El control garantiza la máxima armonización posible de las acciones ejecutadas con la planeación planteada.

4.1.2.1 *Agentes potencialmente contaminantes causantes de daños ambientales*

La extracción de aceite rojo de palma, genera aguas residuales provenientes de los procesos y operaciones unitarias de esterilización, lavado, clarificación y separación de cáscara y almendras. Se ha señalado que cada tonelada de aguas residuales procesada produce entre el 70 y 80 % (peso/volumen) de aguas residuales.

Se identificó las sustancias empleadas durante el proceso, así como los productos finales susceptibles de originar un daño al medio ambiente en caso de accidente. El efluente líquido, contiene varias sales e iones en solución y altas demandas bioquímicas y químicas de oxígeno.

El agua residual no contiene elementos tóxicos, sin embargo, la sustancia que se ha identificado como potencialmente contaminante es el aceite rojo que fuga en grandes cantidades hacia las lagunas, además los efluentes están constituidos de lignina, celulosa, poli y monosacáridos, nitrógeno, fosforo y azufre en cantidades que no comprometen la calidad del medio ambiente.

Medidas de prevención y evitación

La estrategia a implementar para reducir el riesgo ambiental por la generación de efluentes, sigue un camino jerárquico en el sentido que los escenarios de riesgo se atacan de acuerdo al siguiente orden:

- Minimización en el origen.
- Uso de tecnología de producción más avanzada y más limpia.
- Reuso y Reciclaje Interno.
- Tratamiento y Disposición.

Se recomienda indicar cuales son los recursos naturales que podrían verse afectados por un eventual daño, en nuestro caso por la ubicación de la extractora los recursos naturales serian el río coca, el suelo, las aguas subterráneas por tratarse de un suelo poco permeable. En las proximidades de la instalación no existe un área protegida susceptible de ser dañada, sin embargo, en el área de influencia directa e indirecta existen plantaciones de interés agrícola además de pobladores que se benefician del río mencionado.

Parámetros a considerarse:

Antigüedad: valora la edad de los equipos y de la maquinaria.

Mantenimiento: evalúa la existencia de un plan de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo y de un registro de operaciones.

Medidas de control: para almacenamiento de aguas residuales y aceite rojo de palma valorando el tratamiento anticorrosivo que reciben la maquinaria, tuberías y la asiduidad con la que se realiza dicho tratamiento.

Personal: estudia el grado de automatización y supervisión de las actividades. Además la capacitación y conocimiento que tiene el personal en todas las áreas de la extractora.

Detección de fugas: valora la presencia de medidas de detección automáticas o manuales en los almacenamientos (aceite rojo o aguas residuales), especialmente en la maquinaria de extracción.

4.1.2.2 *Control de procesos, eficiencia, y prevención de la contaminación.*

El Gerente define una política de prevención clara y el compromiso de implementarla.

La adopción de un programa definido de prevención y de capacitación para concientizar a todo el personal de la planta con respecto a los alcances, técnicas y consecuencias de tal programa.

La creación de un Comité de Prevención del riesgo ambiental con suficientes atribuciones para proponer y efectuar cambios.

Instrucciones a los operadores de planta acerca del correcto manejo de los equipos y mantenimiento de las lagunas de oxidación.

Mantenimiento de los equipos, estanques y tuberías en buenas condiciones para eliminar o minimizar filtraciones, goteos a través de los empalmes, empaquetaduras, sellos, etc.

Reparar o reemplazar todos los equipos y partes desgastadas u obsoletas incluyendo válvulas y bombas.

Declaración de zonas de operación en seco, a fin de que cualquier pérdida que llegue al piso sea tratada como residuo sólido y no limpiada con agua.

Posibilidades de tecnologías de producción más avanzadas y más limpias

4.1.2.3 *Escenario accidental (EA1): Acidificación del licor mezclado (agua residual)*

Medidas de prevención

a) El mejor momento para cortar los racimos es cuando el fruto comienza a madurar, por cuanto el aceite suele ser fragante y fresco, no hay un momento preciso para cortar el racimo, el palmicultor seguirá cosechando en el momento que considere adecuado. El rango dentro del cual el producto será bueno es relativamente amplio, con sólo evitar que el fruto madure es suficiente, y si maduró tiene que tener en cuenta que se debe manejar en forma separada del resto. La única precaución a observar es que los aceites de palma de distinto grado de madurez sean manejados de forma separada, para lo cual se debe disponer de depósitos que permitan diferenciar los aceites por el grado de madurez del fruto de la que proviene.

Una estrategia empresarial es aprovechar que las distintas variedades maduran una a continuación de la otra y se seguirá cosechando las otras a medida que maduren.

Una conexión directa de la extractora con los palmicultores fortalecerá las alianzas comerciales y fortificará la implementación de sistemas de control en el campo para mejorar el desempeño global en la cadena productiva.

b) La capacitación al palmicultor junto con un plan de entrega de frutos por parte del técnico encargado de la recepción del fruto permite una entrega ordenada, con el estado de madurez idóneo, alto contenido de aceite y un buen pronóstico de calidad del fruto.

La Gerencia de la Extractora, define un cronograma anual de capacitaciones para el personal de planta, personal administrativo y palmicultores proveedores de la materia prima. Los temas que comprende el programa anual están en función de las necesidades encontradas en el personal y en sus proveedores se destacan los siguientes temas:

Cosecha: momento idóneo de corte de racimos, cronograma anual de entrega de racimos, mejoramiento en las propiedades del fruto.

Proceso de Extracción: coordinación estratégica para mejorar la extracción del aceite rojo de palma, supervisión de todo el proceso, establecimiento de protocolos para cada etapa en base a pruebas continuas en cada proceso y establecer tiempos adecuados del fruto en cada maquinaria.

Seguridad Industrial: en general, normativa vigente, dotación de equipos de seguridad personal, manejo de maquinaria.

c) Disponer de cubierta en el patio de recepción del fruto, para evitar que las lluvias, el calor y la radiación solar aceleren la acidificación del fruto.

d) La naturaleza ácida del agua residual inhibe el crecimiento de ciertos microorganismos autóctonos, se requiere ajustar el pH añadiendo disolución de amoníaco o carbonato sódico, hasta alcanzar un pH neutro (pH = 7). También se regula el pH con la recirculación del caudal final hacia la laguna anaerobia.

e) Fortalecimiento comercial a través de ANCUPA y FEDAPAL para obtener asesoría, y compartir información tecnológica, ambiental, administrativa, laboral y fiscal para mejorar competitivamente la imagen de la extractora.

f) El control de calidad se realiza en las etapas de recepción, desfrutado, extracción y clarificación, estableciendo algunas normas y procedimientos para que en algunas etapas se extraiga la mayor cantidad de aceite y en otras para mantener las características del mismo. El control de calidad se realiza evaluando el aceite rojo con el propósito de valorar su vida útil, es necesario realizar semanalmente: análisis químicos de porcentaje de humedad, porcentaje de acidez e índice peróxido, así como las características requeridas para poder valorarse como un producto óptimo para ser convertido en aceite comestible.

4.1.2.4 *Escenario accidental (EA2): Ingreso de alto contenido de aceite al sistema de tratamiento*

Medidas de prevención

- a) Puesto que más del 90% de la contaminación de una empresa extractora de aceitera proviene de las pérdidas de la materia prima, el control de estas fugas en todo el proceso es un elemento estratégico para el éxito de un programa de prevención.
- b) Realizar alianzas estratégicas para instalar en el Ecuador maquinaria y equipos altamente tecnificados, ayudará a reducir el consumo de energía, agua y perdidas de aceite en el proceso obteniendo de esta forma aceite de excelente calidad.

Los avances en la tecnología plantean recuperar todo el aceite contenido en el licor de prensas en la etapa de pre-clarificación del proceso de extracción. Un estudio publicado en la revista científica *Prospectiva* Propone la aplicación de un sistema físico de vibración mecánica, que genere un comportamiento de separación dinámica del aceite crudo de palma contenido en el licor de prensas, bajo condiciones óptimas de control de temperatura entre 90 y 95 °C.

El ensayo realizado por CUESTA G., y BARRAZA F.,2010 demuestra que la vibración realizado al licor de prensas en planta, se observó una gran velocidad de sedimentación de los lodos y la formación de una definida capa de aceite en 2 minutos con 45 segundos, y por el método Soxhlet se determinó un 0,08% de contenido de aceite crudo de palma en los lodos. La recuperación eficiente del total de aceite del licor de prensas, ayuda a disminuir la carga de aceite a las plantas de tratamiento de aguas residuales y adiciona ingresos económicos.

El principio del funcionamiento de la vibración mecánica es generar ondas con longitudes y amplitudes muy pequeñas que hace el ciclo repetitivo para accionar un movimiento dinámico de las partículas de aceite y de lodos; el accionar de la repetitividad de las vibraciones se generan ondas haciendo que el medio sea dinámico y la fricción entre partículas de aceite y lodos sea menor, así las gotas de aceite se sueltan de los lodos y emergen inducidos por el agua y por la diferencias de densidades, los lodos tienden a precipitar.

Además, ayuda a mejorar la calidad del aceite crudo de palma, con respecto a la baja acidez porque en la etapa de clarificación tiende a hidrolizar, oxidar y a ranciar. El aceite tiende a oscurecer o quemar con el calentamiento con vapor de agua, el color es un parámetro de calidad fundamental para los procesos de refinación, disminuyendo tiempos en los procesos y la aplicación de insumos químicos.

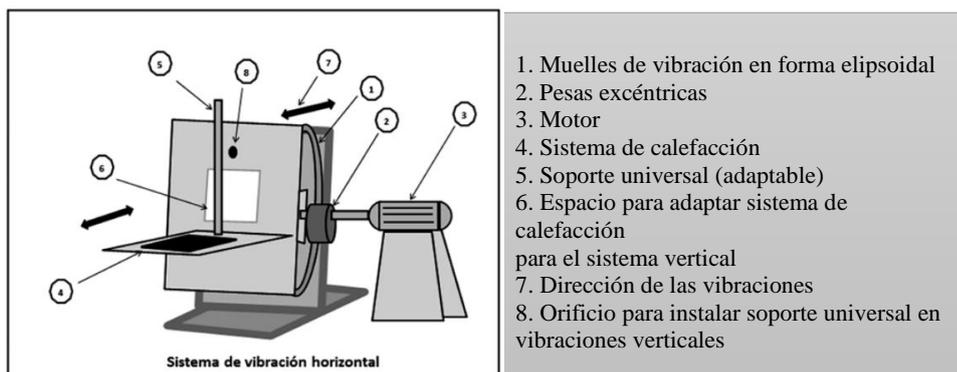


Figura 23-3: Sistema de vibración mecánica horizontal a nivel de laboratorio.

c) Para evitar que los lodos livianos asciendan con el aceite se debe regular la dilución hasta llegar a una determinada concentración de lodos, de modo que no suban con las gotas de aceite. Los sólidos presentes en la mezcla deben estar en el orden de 5.5% en peso.

A nivel investigativo han sido muchos los trabajos realizados al licor de prensas en la etapa de clarificación, buscando una mejor recuperación del aceite crudo de palma en esa sección, experimentalmente se ha comprobado que el factor de dilución de 1,4 vol. aceite /vol. agua, es la de mayor eficiencia y velocidad de sedimentación, con valores de 75% y 7,71 ml/min respectivamente en medios estáticos y con una temperatura de 95 °C para bajar la viscosidad en el licor

d) Los técnicos de la planta extractora deben realizar ajustes a los tiempos de retención del fruto y controlar las temperaturas adecuadas a través de varias pruebas. Además deben implementar un sistema que controle el paso de impurezas desde la recepción del fruto para garantizar la obtención de un aceite con menos interferencias.

4.1.2.5 *Escenario accidental (EA3): Rotura de la tubería*

Medidas de prevención

a) Es fundamental para reducir este tipo de accidentes que se realicen las revisiones periódicas y el mantenimiento que recomiendan los fabricantes para cada uno de los sistemas de tuberías.

b) Una medida muy útil es pavimentar el recorrido total del sistema de tuberías.

c) Disponer de una red de tuberías, ante la existencia de un vertido, puede evitarse de forma manual o automática el paso del licor mezclado de forma que esta no salga al exterior hasta que se haya eliminado la contaminación.

4.1.2.6 *Escenario accidental (EA4): Filtración de sustancias contaminantes*

Medidas de prevención

- a) Las lagunas dependiendo de la estructura del suelo deberán estar adecuadamente impermeabilizadas.
- b) Las zonas aledañas al sistema de tratamiento de aguas residuales deberán contar con zonas pavimentadas.
- c) El mantenimiento continuo y adecuado de las lagunas por un técnico capacitado, permitirá la reutilización del agua.

4.1.2.7 *Escenario accidental (EA5): Dersborde del efluente de las lagunas*

Medidas de prevención

- a) En caso de que se produzca un derrame en las lagunas, la celeridad de la respuesta es sumamente importante, para recoger el aceite con métodos mecánicos y los sobrantes se deja a proceso de recuperación natural, se puede pavimentar alrededor de la laguna para evitar el contacto con el medio.
- b) Mantener la estabilidad de los taludes conservando el pasto vetiver que da firmeza e impide derrumbes, chapear cada dos meses la maleza competitiva y limpiar los bordes las lagunas.

La coronación del dique debe ser hecha lo suficientemente ancha como para permitir el fácil paso de vehículos. En las lagunas, sobre todo en las primarias, el ancho debe ser tal que permita la circulación del equipo pesado, durante la remoción de lodos. Un ancho de 2.5 m es el adecuado aunque pueden usarse medidas más pequeños para instalaciones menores. Las esquinas de los diques deben redondearse para minimizar la acumulación de natas y desarrollo de corrientes secundarias.

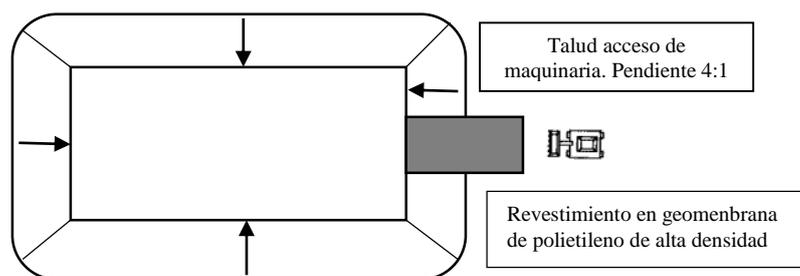


Figura 24-4: Rediseño de la piscina de oxidación de PEXA S.A

Realizado por: Karina Alarcón

c) Causas de Inestabilidad de los Taludes

Los taludes son los elementos más sensibles al deterioro en la planta de tratamiento, el diseño de los taludes está basado en las condiciones que el técnico consideró como el tipo de suelo, las condiciones climatológicas entre otros.

Si la inclinación es empinada puede desmoronarse y por el contrario permite el crecimiento de maleza en los alrededores.

Los taludes de tierra pueden resultar dañados por animales que constituyan sus madrigueras en ellos y por la esorrentía provocada por las lluvias.

El técnico encargado debe inspeccionar los taludes para detectar señales de erosión, desarrollo de grietas y agujeros causados por animales.

Acciones correctoras:

La compactación y relleno de las grietas puede ser con la misma arcilla, y después igualar el terreno para mantener el nivel.

Eliminación de las hierbas y plantas que crecen en los taludes, especialmente las plantas acuáticas.

Se recomienda la dotación de plantas (pasto Vetiver) que dan firmeza y brindan una protección ante la posible erosión debida a la acción de las olas y mantener una distancia mínima entre el nivel máximo del agua y las plantas cultivadas en los taludes interiores. Se aconseja un mínimo de 30-40 cm.

Si existen zonas arboladas en las proximidades de las lagunas, hay que impedir el desarrollo de árboles próximos a las lagunas, y nunca deben cultivarse setos alrededor de éstas.

4.1.2.8 *Escenario accidental (EA6): Pérdida de la capacidad de almacenamiento
Colmatación de lodos*

Medidas de prevención

- a) Para la limpieza en seco se deja fuera de servicio la laguna que presente mayor acumulación de lodos y el agua residual a depurar se lleva a otra laguna en paralelo. El líquido sobrenadante es eliminado mediante una bomba y el fango del fondo se seca por evaporación para ser almacenado y usarse como abono.

- b) La recomendación de realizar este tipo de limpieza en verano (durante la época más seca). Una vez secos, se pueden disponer en la plantación como fertilizante.

- c) Para destinar los lodos a una fertilización orgánica eficiente los lodos secados deben ser repotenciados en su contenido de nutrientes con microorganismos benéficos que le aporten las características necesarias para los cultivos de palma permitiendo el aprovechando de elementos como el potasio, nitrógeno, magnesio, fósforo y calcio con el propósito de aumentar la producción.

- d) El abonamiento o composta es también un proceso aeróbico que implica el mezclar de los sólidos de las aguas residuales con fuentes del carbón tales como aserrín, paja o virutas de madera. En presencia del oxígeno, las bacterias digieren los sólidos de las aguas residuales y la fuente agregada del carbón y, producen una cantidad grande de calor. Los procesos anaerobios y aerobios de la digestión pueden dar lugar a la destrucción de microorganismos y de parásitos a un suficiente nivel para permitir que los sólidos digeridos que resultan sean aplicados con seguridad a la tierra.

- e) El diseño de estas lagunas tiene que prever una profundidad suficiente entre 2,7 a 3,6 metros para el almacenamiento de los lodos.

4.1.2.9 *Escenario accidental (EA7): Emisión de gases*

Medidas de prevención

- a) Una cubierta vegetal alrededor de las lagunas para que los olores sean atrapados por la vegetación y no se dispersen en las instalaciones.

- b) Es importante reiterar que el plantar árboles de gran envergadura en las cercanías de la laguna puede, reducir la fricción causada por el viento. El efecto de mezcla y de difusión del oxígeno fotosintético en las lagunas depende en su mayor parte de las corrientes inducidas por el viento. Por lo tanto, el viento resulta, más que un perjuicio, un beneficio.
- c) Un control y mantenimiento adecuado de todo el sistema siempre y cuando se cuente con una buena práctica operativa que controle a diario un máximo de carga volumétrica de DBO5 de 300 g/m3 y temperaturas mayores a 20°C, el problema de mayores olores se reducirá en su mayoría.
- d) Aprovechar el biogás de las lagunas, se estima que se puede obtener aproximadamente 20.000 m3 de biogás por día en una planta extractora de 60 t RFF/H que opere 20 horas (Cenipalma, 2009). El biogás tiene un valor calorífico de 53.000 Kcal/m3. Se pueden obtener importantes ahorros al aprovechar el biogás para la generación de calor y de electricidad.
- e) Las asociaciones entre palmicultores y extractores deben enlazar convenios con entidades internacionales que promueven la generación de biogás a partir de este sistema de tratamiento para aprovechar este combustible natural, disminuyendo los contaminantes del efecto invernadero hacia la atmósfera y revalorizando el biogás para uso energético.

4.1.2.10 *Escenario accidental (EA8): Proliferación de vectores*

Medidas de prevención

- a) Implementación de un área de protección alrededor del sistema de tratamiento. (barrera con árboles nativos, cerramiento)
- b) El mantenimiento continuo de los taludes libre de maleza evitará que caigan plantas o ramas a las lagunas, que puedan servir de soporte para el desarrollo de mosquitos.
- c) Chapear toda área que presente maleza si persiste aplicar herbicida de manera controlada para no contaminar el agua.

- d) La remoción de la costra superficial con un rastrillo, para que las larvas de insectos se desprendan y sedimenten en la laguna.
- e) Si la presencia de insectos persiste, se pueden utilizar insecticidas, aunque si es posible se deben evitar su uso.
- f) Además, se deben realizar variaciones periódicamente del nivel del agua mediante las cuales se logra eliminar las larvas localizadas en la interface.

4.1.2.11 *Escenario accidental (EA9): Disminución del caudal del río*

Medidas de prevención

- a) La remodelación del sistema actual, a través de un nuevo tratamiento secundario que permite la recuperación del caudal final. Se recomienda la implementación de pantanos de flujo subsuperficial, las lagunas se cubrirán con pasto alemán, esta vegetación emergente permite la degradación de la materia orgánica, los microorganismos actúan de forma aerobia y anaerobia en todo el sistema facilitando la transformación.

Además, debe procederse a la limpieza y revisión continua del sistema de tratamiento, realizando el mantenimiento adecuado para cada laguna.

4.1.2.12 *Escenario accidental (EA10): Contaminación por aplicación de herbicidas Maleza competitiva*

Medidas de prevención

- a) La chapia manual alrededor de las lagunas, y limpieza total en los taludes especialmente en las lagunas anaerobias, se recomienda esta actividad cada vez que la maleza se presente o mínimo cada dos meses.
- b) En el mejor de los casos no usar herbicidas pero si se aplica es necesario que haya un control y buenas practicas ambientales de aplicación.

4.1.2.13 *Escenario accidental (EA11): Descarga del efluente con indicadores fuera de norma*

Medidas de prevención

- a) La remodelación del sistema actual, a través de un nuevo tratamiento secundario que permite la recuperación del caudal final. Se recomienda la implementación de pantanos de flujo subsuperficial y un mantenimiento continuo del sistema con un técnico operario capacitado.

- b) El departamento de control de calidad tiene la responsabilidad de apoyar el manejo de efluentes en este proceso de extracción de aceite. Estas lagunas son supervisadas y analizadas por el personal que trabaja en esta actividad para garantizar que luego del proceso de purificación, el agua que va al río Cocola tenga las condiciones específicas de acuerdo a las normas establecidas por el ministerio de ambiente

Operación y mantenimiento de las lagunas anaerobias

Las lagunas tienen requerimientos operacionales y de mantenimiento sencillos, que puede ser llevado a cabo por un técnico de la extractora su buen funcionamiento demanda revisiones continuas y cumplimiento periódico de ciertos parámetros, con el propósito de eliminar los problemas que frecuentemente se presentan en este tipo de plantas.

Aparición de malos olores

Desajuste en la carga orgánica por encima como por debajo del intervalo utilizado para el diseño.

Desajuste en el Q de entrada. Si aumenta el Q disminuye el tiempo de retención del agua en las lagunas Si disminuye el Q, aumenta el tiempo de retención. En ambos casos se rompe el equilibrio entre las distintas fases de la depuración.

Caída repentina de la temperatura ambiente, que hace que los mecanismos de depuración sean más lentos.

Tanto por aumento de carga orgánica, como por aumento del Q, provoca un descenso del pH fuera del intervalo (6.5-9) y genera malos olores.

Acciones correctoras

Disminuir la carga orgánica aplicada poniendo en servicio otra laguna anaerobia o aumentando la profundidad de trabajo. Necesariamente se debe diluir el licor mezclado con la recirculación del agua de la última laguna.

Ajustar el pH del medio. Este ajuste se realiza añadiendo disolución de amoníaco o carbonato sódico, hasta alcanzar un pH neutro ($\text{pH} = 7$). También se puede regular el pH con la recirculación del agua de la última laguna que es básica.

Introducir una siembra de bacterias metanogénicas. Esta operación es delicada, pues la mezcla con aire, resulta letal para estas bacterias.

La ventilación dentro de las oficinas debe ser suficiente como para evitar el calor excesivo, la condensación de vapores, la presencia de malos olores provenientes de las lagunas y para eliminar el aire contaminado. La dirección de la corriente de aire no debe desplazarse, bajo ninguna circunstancia, desde una zona sucia a una zona limpia. Todos los ingresos de aire tienen que estar provistos de filtros para evitar la entrada de agentes contaminantes. Si la ventilación se realiza por medio de ventanas, hay que asegurarse que la circulación del aire sea hacia fuera y no hacia adentro.

4.1.2.14 *Escenario accidental (EA12): Presencia de metales pesados dentro de las lagunas (Cu)*

Medidas de prevención

a) Tomar esta información como punto de partida para nuevas investigaciones; el análisis de metales pesados en el sedimento con el análisis de metales pesados en la columna de agua, para determinar su removilización y biodisponibilidad.

b) La neutralización puede utilizarse para el tratamiento de las aguas residuales ácidas que contienen metales. La incorporación de un reactivo alcalino aumenta el pH de los residuos ácidos. Esto forma un precipitado que recoge los metales no deseados. El resultado es una solución inicial cuyo pH se ha ajustado dentro de un rango óptimo para precipitar los metales como hidróxidos. Los factores que afectan a la eficacia del proceso de precipitación química son diversos, e incluyen, entre otros, el tipo y la concentración de los metales iónicos presentes en la solución, el agente precipitante utilizado, las condiciones de reacción (especialmente, el pH de la

solución) o la presencia de otros constituyentes susceptibles de inhibir la reacción de precipitación.

El proceso de precipitación química utilizado con mayor frecuencia es la precipitación de hidróxidos. Se trata de un proceso por el cual se forman hidróxidos metálicos por la intervención del hidróxido de calcio que se utiliza como precipitante. Cada metal disuelto tiene un pH distinto en el que se produce una precipitación de hidróxidos óptima, y que oscila del 7,5 del cromo al 11,0 del cadmio.

Si se tiene en cuenta el coste de los agentes precipitantes y las necesidades de álcalis, la cal es sin duda la alternativa más rentable para eliminar los metales de las aguas residuales.

c) Promover en los palmicultores el uso de plaguicidas de sello verde, son productos biodegradables, de baja toxicidad, con características físicas adecuadas y a concentraciones lo más bajo posibles. Además, sobre los peligros asociados con las sustancias químicas, sobre su manejo, y las medidas de protección adecuadas.

d) Corresponde a los Gobiernos y Ministerios promover planes de investigación y desarrollo en torno a la protección de cultivos y del medio ambiente.

c) Realizar convenios con universidades para que ofrezcan programas de pregrado y posgrado relacionados con la agroindustria, tanto en su eslabón agronómico como en el industrial.

Personal necesario para la gestión de lagunas de estabilización

Se necesita de un Jefe de Planta para la verificación de los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales que se realicen a plenitud, así como a la coordinación de las actividades que deberán llevar adelante el operador. Las funciones que deberán desempeñar son las siguientes:

Administrar y dirigir las acciones de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

Elaborar el programa de operación, mantenimiento y seguridad de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Coordinar con el profesional encargado del laboratorio en los aspectos relativos al control de la calidad de las aguas residuales en cada laguna y en el punto de descarga.

Informar periódicamente al nivel directivo de la Extractora sobre la administración, operación, mantenimiento y calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Coordinar con Gerencia de la Extractora la consecución de los recursos necesarios para una adecuada operación y mantenimiento.

Planificar los programas de monitoreo, evaluación e investigación en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Procesar los registros operacionales para el control de los procesos de tratamiento de la planta.

Elaborar periódicamente los informes relativos a la administración, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

Supervisar el cumplimiento del programa de operación, mantenimiento y seguridad de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Capacitar al personal que laborará en la planta de tratamiento en lo referente a labores de operación, mantenimiento y seguridad en el sistema de tratamiento.

El Operador: debe registrar adecuadamente en los respectivos formularios, los datos operacionales de la planta de tratamiento en lo referente a caudal, temperatura, pH, oxígeno disuelto, etc. en los puntos determinados por el jefe de planta y los establecidos por la norma.

Colaborar en la toma de muestras de aguas residuales en los lugares de muestreo determinados.

Informar al Jefe de Planta sobre los problemas que se susciten en los diferentes procesos de tratamiento con la finalidad de tomar las medidas correctivas oportunas.

Participar activamente en todas las labores de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en lo que respecta a mantener limpias los alrededores de las lagunas, vías de acceso y vías interiores a la planta de tratamiento.

Realizar la limpieza y mantenimiento de los taludes.

Realizar la limpieza y mantenimiento de los jardines ornamentales ubicados al ingreso de la planta de tratamiento y de los que rodean a las oficinas.

Retirar las natas de la superficie de agua de las lagunas anaerobias y facultativas

Comunicar cualquier problema que pudiera presentarse en las lagunas de oxidación, de modo que se tomen oportunamente las medidas correctivas necesarias.

Comunicar al jefe de planta sobre cualquier cambio en el aspecto de las lagunas, así como del color de las mismas, para que se tomen las medidas correctivas necesarias.

Mantener en estado de pulcritud todas las instalaciones que conforman la planta de tratamiento de aguas residuales.

Mantener en buenas condiciones operativas las redes de iluminación al interior de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como de las instalaciones auxiliares.

4.2. Plan de medidas de minimización de riesgos exógenos en los 4 escenarios de accidente.

4.2.1. *Objetivos*

- Establecer medidas preventivas a los riesgos exógenos que afectan directamente a la estabilidad de la extractora.
- Realizar una caracterización de las malezas presentes, permitiendo malezas suaves no competitivas para medrar en la plantación.
- Delimitar las zonas aptas para el cultivo, con el fin de promover la siembra de plantas nativas en las áreas de mayor vulnerabilidad.
- Reducir el uso a gran escala de plaguicidas de amplio espectro y larga residualidad o cambiar por plaguicidas de sello verde.

4.2.2. *Introducción*

El plan consiste en la elaboración de medidas de prevención y reducción del riesgo ambiental, usando la información recopilada y la evaluación de riesgo realizada en los 4 escenarios de accidente exógenos.

Se propone si no es posible lograr un ambiente libre de contaminación, se tiene que elaborar estrategias para mantener los riesgos ambientales a nivel aceptable. En la práctica lo mencionado indica que ningún desecho agroindustrial que contenga sustancias contaminantes, debe alcanzar el ambiente, sin una disposición conveniente, segura y técnica.

Las instrucciones descritas en este documento promueven una solución viable, en donde la interacción organización-medio ambiente se entiende como un elemento relevante cuyo conocimiento y análisis exige la integración, desde un punto de vista estratégico, de las variables ambientales dentro de los procesos de toma de decisiones agro-empresariales.

Es importante para la Extractora decidir qué se realizará, con qué recursos humanos, técnicos, financieros; la manera de operativizar los planes, programas y proyectos. Se trata de asegurar que se ejecute lo planificado con la finalidad de obtener los resultados esperados. El control garantiza la máxima armonización posible de las acciones ejecutadas con la planeación planteada.

La extractora consecuentemente debe introducir en su esfera el mantenimiento, control y reducción del riesgo ambiental en todos los procesos para garantizar su prevalencia en el tiempo ya que una empresa cumple en la sociedad un papel más trascendente que un simple interés económico, lo que significa que es un deber asumir los riesgos ambientales generados por su cadena de valor; manteniendo una producción sostenible de aceite de palma que comprenda un manejo y operaciones legales, que responden a un desarrollo: económicamente viable, ambientalmente apropiado y socialmente beneficioso.

Considerando que la materia prima proviene de las plantaciones de palma africana, los riesgos derivados de esta actividad compromete directamente a la estabilidad de la extractora en el tiempo y a la capacidad económica de abordar los riesgos ambientales.

4.2.2.1 *Escenario accidental (A13): Aplicación de agroquímicos (insumos agrícolas)* *Perdida del potencial productivo en la zona*

Medidas de prevención

Estudios realizados en plantas nectaríferas asociadas al cultivo de palma de aceite, se encontró que *Cassia reticulata*, *Urena lobata*, *Solanum sp.*, *Emilia sonchifolia*, *Melanthera aspera* y *Lantana camara*, que son utilizadas por los insectos benéficos como fuente de alimento. Estos controladores biológicos son muy importantes en la regulación de la población de *S. cecropia* y, por tanto, se debe propender por su conservación, mediante el establecimiento de plantas nectaríferas y reduciendo las aplicaciones de insecticidas. Es aconsejable sembrar plantas atrayentes de insectos benéficos como la bugambilla que atrae a la mantis religiosa, la crotalaria atrae al abejón, la higuera, el girasol, el guisante, etc

Algunas especies de malezas que sirven de hospederos para muchos insectos que son controladores biológicos pertenecen a las familias *Malváceas*, *Solanaceae*, *Euphorbiaceae* y *Verbenaceae*, donde las plantas producen flores de cuyo néctar y polen se alimentan las formas adultas de diversos insectos parásitos (Genty, 1984; Syed y Shah, 1976; Mckenzie, 1976).

Realizar una caracterización de las malezas presentes, para considerar cual es la mejor estrategia de control, considerando las mayores competidoras. Además, acompañada de la práctica aceptada de permitir malezas suaves no competitivas para medrar en la plantación.

Es importante determinar la disponibilidad de mano de obra especializada, en el caso de aplicación de químicos, como la disponibilidad en los mercados de productos a utilizar amigables con el ambiente.

La dinámica de los productos agroquímicos (de sello verde) presentes en el mercado deben ser analizados por la mano de obra calificada, por sus componentes y su rango de acción, para con ello poder ajustar tanto las dosis como las mezclas de productos para obtener mejores resultados, enfatizando la realidad de la zona.

Realizar análisis del suelo para incorporar los nutrientes que beneficien a las plantaciones de interés según sus necesidades de crecimiento.

4.2.2.2 *Escenario accidental (A14): Desaparición de cobertura vegetal nativa*

Medidas de prevención

Respetar y convivir de forma sostenible equilibrando los cultivos con vegetación nativa para conservar los hábitats, controlar las plagas y el regreso de animales al lugar.

Delimitar las zonas aptas para el cultivo, con el fin de promover la inversión nacional y extranjera en este sector.

Para mejorar en competitividad, ANCUPA debe promover la asociatividad entre pequeños y medianos productores, que bajo una visión compartida y una sinergia de esfuerzos, capacidades y recursos puedan realizar acciones concertadas en investigación, capacitación, desarrollo e iniciativa de propuestas y políticas que coadyuven al avance socioeconómico sostenible del sector

palmicultor, con el fin de contribuir a la equidad y bienestar de la población y el buen funcionamiento de la cadena productiva.

4.2.2.3 *Escenario accidental (A15): Problema fitosanitario - Afectación a las plantaciones de palma (materia prima) por aparición de una enfermedad*

Medidas de prevención

El cambio hacia prácticas agronómicas óptimas involucra la conexión entre los palmicultores y la extractora para proponer medidas técnicas que eviten, curen o disminuyan las enfermedades que enfrentan las plantaciones de palma. Las prácticas agronómicas complementarias en toda la siembra de palma africana deben prever la construcción de un buen sistema de drenaje interno y superficial, manejo integrado de plagas, así como mecanismos para evitar la compactación, además de agroquímicos preventivos.

De igual manera la fertilización debe estar basada en el análisis de los tejidos, pero considerando también las reservas del suelo. Para la disminución de costos, se debe trabajar desde la preparación de terreno, para que cuando el cultivo este pequeño se puedan utilizar dosis bajas y las plagas de mayor dificultad en control, ya no estén presentes dentro de aquellas que generan competencia. El tratamiento de plantas con síntomas iniciales mediante cirugía del tejido afectado y la aplicación de una mezcla de un fungicida y un insecticida ayuda aparentemente a la recuperación de un buen porcentaje de las plantas tratadas.

Manejo Integrado de Plagas (MIP):

Eficiente sistema de monitoreo introduciendo la detección de plagas. Considerando el estudio del ciclo de vida de toda la fauna de insectos (plagas y beneficios) para utilizar los patógenos de insectos como insecticidas biológicos. . Un muestreo mensual de detección es suficiente.

Limitación del uso de plaguicidas químicos únicamente para el tratamiento de pequeñas áreas y ayudando así a incrementar las poblaciones de los complejos de los enemigos naturales de cada plaga.

Reconocimiento de los puntos débiles de la plaga y la forma de atacarlas cuando esta es más susceptible para su eliminación. Un buen manejo agronómico es el combate selectivo de malezas,

el uso racional de plaguicidas y la liberación o aplicación controlada de los biorreguladores (hongos, bacterias, virus, parasitoides y depredadores). C. Chinchilla (1995).

Los conceptos actuales de manejo de plagas permite tolerar un cierto nivel de daño por debajo del cual el uso del combate químico (tanto en el aspecto económico, como en los posibles efectos adversos en el ambiente), no se justifica, en especial en plantaciones de palma jóvenes (0-4 años) cuando las hojas de plantas adyacentes no se traslapan, dificultando la movilización de ciertos insectos entre plantas vecinas.

Bajo ninguna circunstancia se debe emplear en gran escala un producto de amplio espectro y larga residualidad, las aplicaciones de plaguicidas se pueden realizar a través de atomizaciones o inyección de producto sistémico en el tronco de la palma.

Se requiere escoger el producto más selectivo posible contra la plaga que desea controlar, las fechas preferentemente en momentos de aplicación que reduzcan a un mínimo el daño a los enemigos naturales de las plagas y a otros insectos beneficiosos. Cuando sea factible, la aplicación debe de ser localizada en el área de la planta donde se encuentra la plaga.

4.2.2.4 *Escenario accidental (EA16): Baja en el precio del aceite de palma*

Medidas de prevención

El principal objetivo de FEDAPAL es formular estrategias que permitan evacuar el excedente exportable con el propósito de lograr que el palmicultor venda toda su producción al mejor precio que permitan las condiciones del mercado.

El Fortalecimiento del gremio ANCUPA con la intervención más dinámica y activa de palmicultores y extractoras para ampliar su radio de acción, con el objetivo de mejorar la productividad, logrando así mayor competitividad en relación a la producción de otros países.

Solicitar la creación de sucursales de ANCUPA en las provincias que existe producción de palma africana, para garantizar que los servicios que brinda este gremio como: capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología.

Fomentar la unión de palmicultores y extractoras en núcleos regionales, logrando así economías de escala. Lo que ayudará substancialmente a mejorar en productividad y en la utilización de la mayor capacidad instalada posible de las extractoras.

La mejor forma de lograr credibilidad, reconocimiento del aceite palma y crecimiento económico del sector palmero y extractivo es mediante la generación de información técnico-científica propia, la cual, además de fortalecer a los gremios involucrados, puede servir para mejorar la comercialización de los productos, reconociéndoles un valor agregado teniendo en cuenta las tendencias de los mercados internacionales.

Promocionar el aceite de palma como un aceite libre de transgénicos para incrementar su consumo humano, internacionalmente.

CONCLUSIONES

- Se identificaron los peligros ambientales con capacidad de causar daño entre los que se destacan: fuga de aceite en los equipos esterilizadores, clarificador y en los florentinos, filtración de 242,3 m de sustancias contaminantes a través de las capas del suelo después de una simulación de 10 años de contaminación, paso del efluente a temperaturas mayores a los 60 °C hacia las lagunas, deterioro de taludes y desbordamiento del agua residual de las lagunas, lodos con presencia de metales pesados (Cobre 85.17mg/Kg fuera de los límites permisibles), liberación de biogás alrededor de 28 m³/t de efluentes tratadas aproximadamente con 65% de CH₄ y 35% de CO₂.
- Se propuso las rutas de exposición que siguen los contaminantes aceitosos a través del deficiente proceso de extracción del aceite rojo de palma hacia las lagunas, las posibles causas que contribuyeron al movimiento de los contaminantes son fugas, derrames, o descargas con indicadores fuera de norma; los contaminantes se acoplan al suelo para filtrarse o se diluyen corrientes aguas abajo en el río Cocola, otros contaminantes se transforman y llegan al aire en forma de CH₄ y CO₂, las poblaciones más cercanas interactúan con estos ambientes y se exponen a significativas cantidades de contaminantes.
- Se analizó los riesgos ambientales, en base a 12 escenarios endógenos y 4 escenarios exógenos, los resultados se centraron en la determinación de los dos factores que intervienen en el Riesgo Ambiental: las Consecuencias Ambientales y la Probabilidad de que se produzca un escenario, según las matrices establecidas en la norma UNE 150008:2008 en los tres entornos humano, ecológico y socioeconómico. La valoración del riesgo dependió de la localización geográfica de la extractora, su cercanía a factores ambientales vulnerables y el impacto hacia el entorno natural. Se concluye que el riesgo es moderado por encontrarse en el rango de 6 a 15 establecido por la Norma, lo resultados con mayor puntaje son Acidificación del licor mezclado (14,8); Filtración de sustancias contaminantes (14,2); Contaminación por Emisión de gases (14,9); Pérdida de la capacidad de almacenamiento (11,2); Descarga del efluente con indicadores fuera de norma (11,5).
- Se planteó medidas de reducción y control de los riesgos ambientales a un nivel aceptable en las lagunas de oxidación, con el propósito de que estos escenarios de accidente no se materialicen o vuelvan a repetirse mediante la implementación de nuevas alternativas que conlleven a reducir los riesgos ambientales de forma económicamente viable.

RECOMENDACIONES

- Se puede realizar evaluación del riesgo ambiental con frecuencia determinada y bajo distintas condiciones siempre enfocados en la mejora continua, esta herramienta se ajusta a la actividad y al operador para agilizar una evaluación cuando sea necesario o existan cambios en la instalación, equipos o personal, el análisis de riesgos se adapta a nuevas situaciones de peligro ambiental.
- Se deben realizar muestreos periódicos de aguas y sólidos descargados en el sistema de tratamiento, con el fin de darle un seguimiento a los contaminantes y contrastarlos con la eficiencia del tratamiento implementado.
- Se recomienda que la gerencia de la Extractora analice la posibilidad de contratar un técnico ambiental que dé el seguimiento adecuado en los procesos que se realizan en las lagunas de oxidación y asesore al personal en la toma de muestras para analizarlas y en el cumplimiento de buenas prácticas ambientales.
- Se recomienda que la Extractora vea la necesidad de obtener el equipo necesario para realizar los muestreos de sedimentos y aguas al interior de las piscinas de oxidación sobretodo de una canoa que brinde mayor estabilidad y seguridad para el equipo que muestrea.

BIBLIOGRAFIA

ARELLANO, Juan. REA, Rogelio y CALIXTO, Roberto. “Integración de árboles de falla, taxonomías y diagramas de niveles para realizar Análisis de Causa Raíz” *Sociedad Nuclear española*, [En línea], 2008. (Murcia, España), [Consulta: 29 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.iae.org.mx/boletin042012/art-inv>.

ARRIAGA, Daniel. “Plan de Desarrollo Municipal y la Agroindustria de la Palma Aceitera” *Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite Carrera FEDEPALMA y el Fondo de Fomento Palmero*. [en línea], 2016, Bogotá- Colombia, pp. 8-14 [Consulta: 15 de febrero 2016]. Disponible en:

[http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cartilla%20planes%20desarrollo%20web\(1\)](http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Cartilla%20planes%20desarrollo%20web(1))

BRACK, Antonio. *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*, Ministerio del Ambiente, Dirección General de Calidad Ambiental [en línea]. Lima-Perú, 2009. [Consulta: 12 de enero 2015]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/hildavalerka/guia-de-evaluacion-de-riesgos-ambientales>

CABEZAS, Alfredo. “La evaluación de los riesgos ambientales y su aplicación a los proyectos de desarrollo”, *Cuadernos de Economía*. Vol. 32, nº 90 [en línea], Campus de la Universidad Complutense, (2009), Madrid, pp. 73-96 [Consulta: 29 de agosto 2015]. Disponible en: http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?f=10&pid=articulo=90152756&pid_usuario=0&pcontactid=&pid_revista=329&ty=17&accion=L&origen=zonalectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=329v32n90a90152756pdf001

CALDIÑO VILLAGÓMEZ, Ignacio A. “Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento DISEÑO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN”. *Comisión Nacional del Agua* [en línea], (2007), (Coyoacán-México D.F.), [Consulta: 10 de noviembre 2015]. ISBN: 978-968-817-880-5, Disponible en:

<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/10DisenoDeLagunasDeEstabilizacion>

CONIL, Philippe. “La Valorización De Los Subproductos De La Planta De Tratamiento De Los Efluentes De Las Extractoras De Aceite De Palma “Palmar Santa Elena”. *Revista Palmas* [en línea], vol.21, (2000), (Tumaco-Colombia), pp.251-258 [Consulta: 19 de diciembre 2015]. Disponible en: <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/792>

DÍAZ, Fernando. *Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados* [en línea], Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente OPS/CEPIS, (Lima-Perú), 1999, [Consulta: 11 de enero 2016]. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/560/BVI00110>

DIAZ, Raúl. Caracterización y Evaluación de riesgos Ambientales Ocasionados por el Derrame de combustible Suscitado en el Poliducto Esmeraldas-Santo Domingo en el PK-128+500 de EP PETROECUADOR. (Tesis) (Maestría). Gestión Ambiental. Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Dirección de Postgrado, Esmeraldas-Ecuador, 2012, pp. 25-29

BASANTES VALLEJO, Javier Ignacio. “*Estudio de la contaminación causada por la extractora de aceite de palma PEXA, Quinindé provincia de Esmeraldas*”. (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, 2015. pp. 155-162.

LÓPEZ MURCIA, Jesús Edgardo, Caracterización morfológica y fisiológica de palmas de aceite taisha (*elaeis oleífera* hbk cortés) y sus híbridos (*elaeis oleífera* hbk cortés x *elaeis guineensis* jacq.) en la región amazónica del Ecuador. [en línea] (Maestría) Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá-Colombia. 2014. pp. 18-22. [Consulta: 20 de enero 2015]. Disponible en:

http://www.palmardelrio.com/sitio/files/Tesis_maestria_Jesus_Lopez.

MAFLA ANDRADE, Santiago Xavier. Análisis y mejora de los procesos biológicos para la rehabilitación de la piscina de lodos activados (PLA) de la refinería estatal esmeraldas (REE). [en línea] (Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica del Ejercito. (Sangolquí-Ecuador) 2010, pp.33-56. [Consulta: 15 de octubre 2015]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/885/1/T-ESPE-029606>

MARTÍNEZ, Osvaldo.; HIDALGO, Diego, et al. “Manejo del Recurso Agua. Respuesta al riego de tres materiales de palma aceitera (*Elaeis Guineenses* Jack) en la Zona de la Concordia”. *Investigaciones en palma aceitera. Recopilación de estudios, conocimientos y productividad desarrollados por el CIPAL. Asociación Nacional de Cultivadores de Palma ANCUPA* [en línea], 2013, Ecuador, pp. [Consulta: 7 de febrero 2015]. ISBN:978-9942-9935-0-2. Disponible en: http://www.ancupa.com/pdfs/libros/LIBRO%20INVESTIGACIONES-EN-PALMA-ACEITERA_2013.

MARTÍNEZ, Roberto. *Análisis y evaluación de riesgos medioambientales* [en línea], Escuela de Negocios. España, 2008, [Consulta: 22 de enero 2016]. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45569/componente45567.pdf

MENEMDEZ, Carlos.; PÉREZ, Jesús. “Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales”. *Editorial Universitaria* [en línea], (2007), (Habana-Cuba), pp. 235-237. [Consulta: 7 de julio 2015]. ISBN 978-959-16-0619-8, Disponible en: http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2784/mod_resource/content/0/2_Aguas_residuales_protegido

RINCÓN, Sandra.; MARTÍNEZ, Daniel. “Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria”. *FEDEPALMA Revista Palmas*, vol.30, n^o 2 [en línea], (2009), Colombia. [Consulta: 18 de febrero 2015]. Disponible en: <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1432>

SAENZ, Livio. *Cultivo de la palma Aceitera Elaeis Guineensis Guía Técnica*, [en línea] Managua-Nicaragua, 2006, pp. 3-4. [Consulta: 12 de noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma>.

SOBREVILLA, C & BATH, P. “Evaluación Ecológica Rápida”. Programa de Ciencias para América Latina. (Arlington-Nueva York-Estados Unidos). Editorial The Nature Conservancy. 1992, pp. 124-198.

SORREQUIETA, Augusto. *Agua Residuales: Reuso y Tratamiento, Lagunas de Estabilización: una opción para Latinoamérica* [en línea], Departamento de Bioquímica Clínica Área Tecnología en Salud Pública, Colombia, 2004, [Consulta: 11 de enero 2016]. Disponible en:

http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2784/mod_resource/content/0/2_Aguas_residuales_protegido

The National Association of Oil Palm Growers. “Ecuador país palmicultor”. *ANCUPA*, [en línea], (2015), (Quito-Ecuador) [Consulta: 16 de febrero 2016]. Disponible en: <http://www.ancupa.com/pdfs/otros/ecuador-pais-pamlicultor-ingles>.

UNE 150008:2008, *Análisis y evaluación del riesgo ambiental, AENOR*

YUSOF, Ariffin. “La industria de la palma de aceite de contaminación a cero desechos”. *Revista Palmas* [en línea], vol.18, n^o 1 (1997), (Tumaco-Colombia), pp.45-52 [Consulta: 25 de julio 2015]. Disponible en: <file:///C:/Users/Ing.%20Karina%20Alarcon/Downloads/572-572-1-PB>.

ZAMBRANO, Alexandra. “Pudrición del Cogollo, el Enemigo de la Palma de Aceite”. *Revista El Agro* [en línea], vol.237, (2009), (Guayaquil-Ecuador), [Consulta: 14 de julio 2015]. Disponible en: <http://www.revistaelagro.com/2014/05/21/pudricion-del-cogollo-el-enemigo-de-la-palma-de-aceite/>

ANEXOS

Anexo A: Resultados del Laboratorio de los análisis físico-químicos realizados a las muestras en la piscina de oxidación.

- **Muestra de las aguas descargadas a la piscina de oxidación.**



INFORME DE ENSAYO No:	2322
ST:	853 – 14 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario:	OCTAVO SEMESTRE DE BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL
Atn:	Ing. Cristian Gualli
Dirección:	Avda. Juan Felix Proaño y Filadelfia
FECHA:	26 de Noviembre del 2014
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2014/11/13 – 10:00
FECHA DE MUESTREO:	2014/11/07 – 15:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2014/11/13 – 2014/11/26
TIPO DE MUESTRA:	Aguas residual
CÓDIGO LAB-CESTTA:	LAB-A 2226-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	8Biotecnología
PUNTO DE MUESTREO:	Piscinas de sedimentación de Pexa.
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Javier Basantes
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	6,08	-	±0,10
Conductividad eléctrica	PEE/LABCESTTA/06 Standard Method No. 2510 B	uS/cm	6680	-	±5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/LABCESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	>5000	-	±15%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 Standard Methods No. 5220 D	mg/L	>1500	-	±5%
*Benceno	Cromatografía de gases	ug/L	< 0,01	-	-
*Tolueno	Cromatografía de gases	ug/L	< 0,01 *	-	-
*Xileno	Cromatografía de gases	ug/L	< 0,01	-	-
Fenoles	PEE/LABCESTTA/14 Standard Methods No. APHA 5530 C	mg/L	0,13	-	±7%
Nitratos	PEE/LABCESTTA/16 Standard Methods No. 4500-NO ₂ -B	mg/L	92,58	-	±11%

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 2
Edición 3

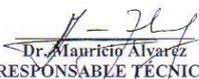
 <p>CESTTA LABCESTTA</p> <p>SGC</p>	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 3013183 ESPOCH (FACULTAD DE CIENCIAS) RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

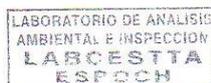
Fosfatos	PEE/LABCESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	>33		±15%
----------	---	------	-----	--	------

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



- **Muestra de los sedimentos del fondo de la piscina de oxidación colectados en la primera visita a la Extractora.**



**LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN**

Panamericana Sur Km. 1 ½
Teléf.: (03)2998232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

INFORME DE ENSAYO No: 973
ST: 14- 069 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: NA
Atn. Javier Basantes
Dirección: Carondelet y Valenzuela

FECHA: 23 de Junio del 2014
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014/06/12 10:00
FECHA DE MUESTREO: 2014/05/12 11:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2014/06/12 - 2014/06/23
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 244-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Laguna de oxidación #1
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico-Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Mariuxi Morocho
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Cadmio	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7	mg/kg	<0,05	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7	mg/kg	2,59	-	-
Cromo Total	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7	mg/kg	10,49	-	-
Cobre	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7	mg/kg	85,17	-	-
Arsénico	PEE/LABCESTTA/174 EPA 200.7	mg/kg	<0,5	-	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL
E INSPECCIÓN
LAB - CESTTA
ESPOCH

Ing. Marcela Erazo
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-16

Página 1 de 1
Edición 1

- **Muestra de los sedimentos del fondo de la piscina de oxidación colectados en la segunda visita a la Extractora.**

	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 3013183 ESPOCH (FACULTAD DE CIENCIAS) RIOBAMBA - ECUADOR	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008

INFORME DE ENSAYO No: 2250
ST: 14- 133 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: NA
Atn. Javier Basantes
Dirección: Carondelet y Valenzuela

FECHA: 24 de Noviembre del 2014
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2014/11/11 08:00
FECHA DE MUESTREO: 2014/11/07 16:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2014/11/11 - 2014/11/24
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 390-14
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Quininde – Esmeraldas PEXA laguna de oxidación
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico- Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Javier Basantes
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	8,18	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	uS/cm	1329	-	±5%
*Fenoles	ESPECTROFOTOMETRÍA	mg/Kg	< 0,0001	-	-
*Benceno	CROMATOGRAFÍA DE GASES	mg/Kg	0,00015	-	-
*Tolueno	CROMATOGRAFÍA DE GASES	mg/Kg	< 0,0001	-	-
*Xileno	CROMATOGRAFÍA DE GASES	mg/Kg	< 0,0001	-	-
*Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW- 846 N 3050B, 7130	mg/Kg	<0,05	-	-
*Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW- 846 N 3050B, 7420	mg/Kg	5,78	-	-
*Cromo Total	PEE/LABCESTTA/197 EPA 3051 a / EPA 200.7 ICP	mg/Kg	17,2	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 2
 Edición 3

	<p align="center">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p align="center">LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN</p> <p align="center">Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 3013183 ESPOCH (FACULTAD DE CIENCIAS) RIOBAMBA - ECUADOR</p>	<p align="center">LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE</p> <p align="center">ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</p>
---	---	--

*Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 3051 a / EPA 200.7 ICP	mg/Kg	25,5	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 3051 a / EPA 200.7 ICP	mg/Kg	0,75	-	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los parámetros con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

RESPONSABLE DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

