



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y  
LÍQUIDOS PARA EL CAMPAMENTO SAN RAFAEL DEL PROYECTO  
HIDROELÉCTRICO COCA CODO SINCLAIR”**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos  
para obtener por el título de Ingeniero Ambiental

Profesor Guía:

Ing. Fernando Armas

**Autora:**

**Irina Gabriela Pérez Balladares**

**2010**

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

.....

Ing. Fernando Armas

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

C.I. 171125763-2

### **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente”.

.....

Irina Gabriela Pérez Balladares.

C.I. 172161229 - 7

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y hermanas, por brindarme el aliento necesario para seguir adelante y cumplir todas mis metas.

Mis más sinceros agradecimientos al Ing. Henry Galarza, Gerente del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, por brindarme las facilidades necesarias para desarrollar el presente proyecto.

A la Ing. Coralia de la Cadena y al Ing. Esteban Pérez por brindarme no solo su tiempo sino también su apoyo incondicional y cariño.

Mi profundo agradecimiento al Ing. Fernando Armas, quien me ha brindado apoyo con sus conocimientos, total disponibilidad y paciencia para llevar a cabo el avance del presente proyecto.

A mi tío Ángel y mi hermano Víctor, ya que han estado junto a mí a lo largo de la elaboración de este proyecto, gracias a ellos he tenido la dicha de tener sus consejos y su total apoyo.

A mis queridos amigos, por compartir conmigo tantos buenos y malos momentos, gracias por su amistad.

A la Universidad de las Américas, en la cual me desarrolle profesionalmente y en la que viví una linda etapa de mi vida.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Víctor y Soñita, quienes fueron participes activos de mi formación y valores; gracias por su sacrificio y amor incondicional.

A mi abuelito Leónidas, por todas sus oraciones e inmenso cariño y amor.

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis, establece las directrices para el adecuado manejo de los desechos sólidos y líquidos, generados por las actividades desarrolladas en el Campamento San Rafael del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, ubicado entre la Provincia de Napo, Cantón El Chaco y la Provincia Sucumbíos, Cantón Gonzalo Pizarro.

En la zona donde se ubica el campamento, se presentan graves deficiencias con respecto a la gestión municipal para el manejo integral de los desechos; por lo tanto, el presente Plan de Manejo de Desechos tiene como objetivo ser no solo un modelo piloto de gestión de desechos para las actividades que conciernen al desarrollo del proyecto, sino también para las instituciones públicas y privadas.

Para determinar la situación actual del sector, se hizo un levantamiento de línea base, así como también, se realizaron muestreos tanto para desechos sólidos y líquidos con el fin de conocer la composición y características de los mismos. Adicionalmente, se realizó un análisis de resultados para la valoración cualitativa y cuantitativa de los desechos generados.

Conociendo las cantidades y características de los desechos producidos, se estableció un programa de gestión que involucra no solo al personal del Campamento San Rafael si no también a los Gobiernos Municipales y comunidades del sector.

La implementación del presente Proyecto de Tesis, estará a cargo de la Empresa Pública Coca Codo Sinclair

## **ABSTRACT**

This thesis sets out guidelines for the proper management of solid and liquid wastes generated by the activities at Camp San Rafael of Coca Codo Sinclair Hydroelectric Project, located between the province of Napo, Canton El Chaco and the Province Sucumbíos, canton Gonzalo Pizarro.

In the area where the camp is located, there are serious deficiencies with respect to municipal management for integrated waste management, therefore, this Waste Management Plan aims to be not only a pilot model management wastes for the activities concerning the development of project but also for the public and private institutions.

To determine the current status of the sector, there was a baseline survey, as well as sampling was conducted for both solid and liquid waste in order to determine the composition and characteristics of them. Additionally, an analysis of results for the qualitative and quantitative assessment of the waste generated.

Knowing the quantity and characteristics of wastes, established a management program that involves not only the staff of Camp San Rafael are also Municipal Governments and communities in the sector.

The implementation of this project thesis will be in charge of Public Enterprises Coca Codo Sinclair.

## ÍNDICE

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del Problema .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Hipótesis de la investigación .....	5
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General .....	5
1.5.2. Objetivos Específicos .....	5
1.6. Alcance .....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>7</b>
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Manejo Integral de Desechos:.....	7
2.1.1. Definición: .....	7
2.1.2. Situación Nacional del Manejo de los Desechos.....	7
2.2. Desecho.....	9
2.2.1. Definición .....	9
2.2.2. Clasificación de los desechos .....	10
2.3. Desechos Sólidos .....	11
2.3.1. Definición .....	11
2.3.2. Clasificación de los desechos sólidos según su origen:.....	11
2.3.3. Propiedades de los desechos sólidos: .....	13
2.3.4. Problemas debido al manejo inadecuado de desechos .....	17
2.3.5. Generación de Desechos .....	19
2.3.6. Manipulación y separación de residuos en el origen.....	23
2.3.7. Almacenamiento .....	24
2.3.8. Recolección.....	26
2.3.9. Transporte .....	26
2.3.10. Tratamiento .....	27
2.3.11. Disposición Final .....	28
2.4. Desechos Peligrosos .....	29
2.4.1. Definición .....	29
2.4.2. Características de peligrosidad de un desecho peligroso .....	30
2.4.3. Clasificación de los desechos peligrosos según su origen.....	31
2.4.4. Sistema de gestión de desechos peligrosos .....	31



2.5. Efluentes / Aguas Residuales: .....	32
2.5.1. Definición .....	32
2.5.2. Clasificación de las aguas residuales.....	33
2.5.3. Características de las aguas residuales.....	33
2.5.4. Efectos de contaminación por aguas residuales .....	35
2.5.5. Muestreo de las aguas residuales.....	35
2.5.6. Medición de caudales.....	37
2.5.7. Tratamiento de aguas residuales .....	38
2.5.8. Lodos procedentes de una PTAR .....	42
2.5.9. Disposición de efluentes .....	44
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>46</b>
<b>3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE REFERENCIA....</b>	<b>46</b>
3.1. Regulaciones ambientales de la República del Ecuador ...	46
3.2. Principios de la Política Ambiental Internacional .....	51
3.3. Instituciones y organismos reguladores .....	52
3.3.1. Ministerio del ambiente .....	53
3.3.2. Consejo nacional de electricidad (CONELEC) .....	53
3.3.3. Gobiernos autónomos descentralizados .....	54
3.3.4. Organismos no gubernamentales (ONG's) .....	55
3.4. Resoluciones ejecutadas por la Autoridad Ambiental Nacional frente al Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.....	55
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>57</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LÍNEA BASE .....</b>	<b>57</b>
4.1. Aspectos Generales.....	57
4.1.1. Situación Energética del País .....	57
4.1.2. Creación del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.....	58
4.1.3. Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico.....	59
4.1.4. Obras e Infraestructura .....	59
4.1.5. Estructura Organizacional de Coca Sinclair E.P. ....	61
4.2. Caracterización del Área de Estudio. ....	63
4.2.1. Ubicación Geográfica del Campamento San Rafael. ....	63
4.2.2. Accesibilidad .....	64
4.2.3. Principales Actividades .....	64
4.2.4. Personal .....	65
4.2.5. Horario .....	66
4.2.6. Infraestructura .....	66

4.3. Caracterización de componentes .....	73
4.3.1. Componente Abiótico .....	73
4.3.2. Componente Biótico .....	77
4.3.3. Componente Socioeconómico de los Cantones Involucrados. ....	80
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>85</b>
<b>5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>85</b>
5.1. Desechos Sólidos .....	85
5.1.1. Descripción de las condiciones actuales.....	85
5.1.2. Muestreo de residuos sólidos.....	91
5.2. Aguas Residuales .....	95
5.2.1. Descripción de las condiciones actuales de generación .....	95
5.2.2. Muestreo de residuos líquidos .....	98
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>103</b>
<b>6. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>103</b>
6.1. Residuos Sólidos .....	103
6.1.1. Valoración Cuantitativa .....	103
6.1.2. Valoración Cualitativa.....	104
6.2. Aguas Residuales .....	105
6.2.1. Valoración Cuantitativa .....	105
6.2.2. Valoración Cualitativa.....	105
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>108</b>
<b>7. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS PROPUESTO .</b>	<b>108</b>
7.1. Introducción .....	108
7.1.1. Responsabilidades.....	108
7.2. Manejo de Desechos Sólidos.....	110
7.2.1. Políticas para la minimización de desechos.....	110
7.2.2. Clasificación y Acondicionamiento .....	111
7.2.3. Recolección y Limpieza Interna .....	113
7.2.4. Almacenamiento Temporal .....	114
7.2.5. Recolección y Transporte.....	116
7.2.6. Disposición Final .....	117
7.3. Manejo de Residuos Peligrosos.....	120
7.3.1. Acondicionamiento y Embalaje .....	120
7.3.2. Recolección y Limpieza Interna .....	124
7.3.3. Almacenamiento Temporal .....	124
7.3.4. Recolección y Transporte.....	125

7.3.5. Disposición final .....	125
7.4. Manejo de Aguas Residuales.....	126
7.4.1. Sistema de Segregación de Corrientes.....	126
7.4.2. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales .....	127
7.4.3. Remoción y Tratamiento de Lodos .....	129
7.4.4. Disposición de Lodos .....	130
7.4.5. Disposición de Efluentes .....	130
7.5. Capacitación al Personal .....	131
7.6. Normas de protección .....	131
7.7. Monitoreo.....	132
7.8. Sistemas de Registros .....	133
<b>CAPITULO VIII.....</b>	<b>134</b>
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	134
8.1. Conclusiones generales.....	134
8.2. Recomendaciones .....	135
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>141</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Generación Per – cápita en Kg/hab/día.....	9
<b>Tabla 2.2.</b> Clasificación de los residuos sólidos según su origen.....	12
<b>Tabla 2.3.</b> Peso específico y contenido de humedad de los residuos sólidos.....	14
<b>Tabla 2.4.</b> Principales enfermedades transmitidas por organismos vectores.....	17
<b>Tabla 2.5.</b> Efectos producidos por la disposición inadecuada de desechos.....	19
<b>Tabla 2.6.</b> Categorías típicas de los residuos.....	21
<b>Tabla 2.7.</b> Tipos de contenedores utilizados para almacenamiento de RSU en pequeñas comunidades.....	25
<b>Tabla 2.8.</b> Origen de los desechos peligrosos.....	31
<b>Tabla 2.9.</b> Características de las aguas residuales.....	34
<b>Tabla 2.10.</b> Métodos de muestreo de aguas residuales.....	36
<b>Tabla 2.11.</b> Dosis de cloro para desinfección normal de aguas residuales domésticas.....	40
<b>Tabla 2.12.</b> Mecanismos de deshidratación de lodos.....	43
<b>Tabla 2.13.</b> Parámetros básicos de descarga de efluentes a un cuerpo receptor.....	45
<b>Tabla 4.14.</b> Ubicación de las Obras de Infraestructura del Proyecto.....	60
<b>Tabla 4.15.</b> Etapas de los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales del Campamento San Rafael.....	70
<b>Tabla 4.16.</b> Temperatura Media Mensual – San Rafael.....	73
<b>Tabla 4.17.</b> Humedad Relativa media mensual.....	74
<b>Tabla 4.18.</b> Usos de suelo del Cantón El Chaco.....	77
<b>Tabla 4.19.</b> Especies florísticas comunes en el área de estudio.....	78
<b>Tabla 4.20.</b> Especies faunísticas representativas en el área de estudio.....	79

<b>Tabla 4.21.</b> División Política Administrativa del Cantón El Chaco y Gonzalo Pizarro.....	80
<b>Tabla 4.22.</b> Población – Cantón El Chaco y Gonzalo Pizarro.....	81
<b>Tabla 5.23.</b> Metodología aplicada – Muestreo Residuos Sólidos.....	91
<b>Tabla 5.24.</b> Producción Per cápita de desechos.....	92
<b>Tabla 5.25.</b> Análisis de la composición de los desechos sólidos.....	94
<b>Tabla 5.26.</b> Fuentes de generación aguas residuales.....	95
<b>Tabla 5.29.</b> Descripción de las condiciones actuales de tratamiento de aguas residuales.....	97
<b>Tabla 5.30.</b> Análisis Físico Químico de Aguas Residuales – Mes de Octubre del 2009.....	101
<b>Tabla 5.31.</b> Análisis Físico Químico de Aguas Residuales – Mes de Julio del 2010.....	102
<b>Tabla 6.32.</b> Proyección producción de aguas residuales en el campamento.....	105
<b>Tabla 6.33.</b> Remoción resultados físico-químicos agua residual.....	105
<b>Tabla 6.34.</b> Comparación resultados físico-químicos agua residual.....	106
<b>Tabla 7.35.</b> Políticas para el manejo de los desechos.....	110
<b>Tabla 7.36.</b> Selección de contenedor según el tipo de desechos.....	111
<b>Tabla 7.37.</b> Características de los contenedores según su fuente de generación.....	112
<b>Tabla 7.37.</b> Requerimientos necesarios para realizar compostaje.....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Etapas del manejo de desechos.....	7
<b>Figura 2.2.</b> Diseño básico de un relleno sanitario.....	28
<b>Figura 4.3.</b> Zona de Ubicación del Campamento San Rafael.....	63
<b>Figura 7.4.</b> Proceso de Producción de Compost.....	118
<b>Figura 7.5.</b> Cubeto de Seguridad.....	125
<b>Figura 7.6.</b> Lecho de secado de lodos.....	129
<b>Figura 7.7.</b> Equipos de Protección Personal.....	132

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

<b>Esquema 2.1.</b> Clasificación de los Desechos.....	10
<b>Esquema 2.2.</b> Opciones prioritarias en los procesos de gestión de residuos peligrosos.....	32
<b>Esquema 2.3.</b> Etapas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	41
<b>Esquema 2.4.</b> Métodos utilizados para el tratamiento de lodos.....	43
<b>Esquema 2.5.</b> Instituciones y Organismos Reguladores de Cumplimiento a la Ley de Gestión Ambiental.....	52
<b>Esquema 4.6.</b> Estructura Organizacional de Coca Sinclair E.P.....	62
<b>Esquema 4.7.</b> Operaciones Unitarias PTAR.....	69
<b>Esquema 4.8.</b> Procesos unitarios en la PTAP.....	72
<b>Esquema 7.9.</b> Estructura de la Propuesta de Manejo de Desechos.....	109

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1.</b> Personal Campamento San Rafael – Mes de Agosto del 2010...	65
<b>Gráfico 4.2.</b> Flujo del personal - meses de Junio y Agosto del 2010.....	66
<b>Gráfico 4.3.</b> Precipitación mensual media, máxima y mínima – San Rafael...	74
<b>Gráfico 4.4.</b> Disponibilidad de servicios básicos en los cantones involucrados.....	83
<b>Gráfico 5.5.</b> Variaciones de caudal (Ltrs/s).....	100
<b>Gráfico 6.6.</b> Composición porcentual de los desechos sólidos.....	104



## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 4.1.</b> Campamento San Rafael – Área de dormitorios.....	64
<b>Foto 4.2. y 4.3.</b> Dispensario Médico.....	67
<b>Foto 4.4.</b> Generador Eléctrico.....	68
<b>Foto 4.5.</b> Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	69
<b>Foto 4.6</b> Planta de Tratamiento de Agua Potable.....	71
<b>Foto 4.7.</b> Actividad del Volcán El Reventador. ....	75
<b>Foto 4.8.</b> Cascada de San Rafael.....	76
<b>Foto 4.9. y 4.10.</b> Actividades Económicas de la Población.....	82
<b>Foto 4.11. y 4.12.</b> Botadero Municipal del Chaco.....	84
<b>Foto 5.13.</b> Principales fuentes de generación de residuos en el Campamento San Rafael.....	86
<b>Foto 5.14.</b> Almacenamiento de los desechos en las afueras del comedor.....	87
<b>Foto 5.15. y 5.15.</b> Tachos de almacenamiento de basura.....	88
<b>Foto 5.17. y 5.18.</b> Barrido y limpieza de las instalaciones.....	89
<b>Foto 5.19. y 5.20.</b> Traslado de restos de comida a Lumbaqui.....	89
<b>Foto 5.21. y 5.22.</b> Recolección y Transporte de Desechos.....	90
<b>Foto 5.23. y 5.24.</b> Desechos Peligrosos – Dispensario Médico.....	93
<b>Foto 5.25. y 5.26.</b> Circulación de aguas residuales en el campamento.....	96
<b>Foto 5.27 y 5.28.</b> Levantamiento de Información PTAR.....	99
<b>Foto 7.29. y 7.30</b> Carro Barrendero.....	113
<b>Foto 7.31 y 7.32.</b> Contenedores residuos infecciosos.....	120
<b>Foto 7.33.</b> Contenedor para materiales punzocortantes.....	121
<b>Foto 7.34 y 7.35.</b> Almacenamiento Temporal de Lámparas Fluorescentes...	122
<b>Foto 7.36.</b> Contenedores de Pilas y baterías.....	123

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El excesivo aumento de desechos sólidos, líquidos y peligrosos, tiene que ver con el crecimiento de la población, el desarrollo industrial y los cambios en los niveles de consumo; lamentablemente son muy pocos los países que se encargan de establecer un programa de manejo de desechos desde su generación hasta su disposición final.

La situación del manejo de los residuos es crítica, en muchos países de América Latina son muy pocos los sitios de disposición final que reúnen las condiciones técnicas requeridas desde el punto vista ambiental y sanitario; generalmente predominan los botaderos a cielo y en muchos de los casos no se realiza el respectivo control, tal es el caso de México y Chile, países que pese a tener rellenos sanitarios no cumplen al 100% con la normativa vigente.

De igual manera, se estima que solo el 27 % de aguas residuales recolectadas en los países de América Latina, reciben tratamiento<sup>1</sup>, el resto es descargado hacia ríos, mares, sin ningún tratamiento. Esta situación es crítica para aquellas personas que habitan cerca de estos cuerpos de agua y se abastecen de este recurso.

Por lo tanto, se ha generado una serie de impactos ambientales como el deterioro de los suelos y entornos urbanos; así como la contaminación de acuíferos, de la atmosfera y sobre todo la afectación en la salud humana.

---

<sup>1</sup> Moscoso, J; Egocheaga, L. (2004): Avances del Inventario Regional de las Aguas Residuales Domesticas en América Latina, Lima – Perú

En nuestro país, el manejo de los desechos sólidos y líquidos es una responsabilidad de las entidades municipales, quienes tienen la función de controlar y dictar las ordenanzas respectivas; sin embargo son escasas las instituciones que llevan adelante tal proceso debido a la falta de información, recursos económicos y sobre todo de una política nacional que apoye la gestión municipal.

Con la finalidad de que las inoperantes prácticas que actualmente se utilizan, se lleven a efecto en forma más eficiente, con mayor sostenibilidad económica, equidad social y sustentabilidad ambiental; es necesario definir políticas de manejo de los residuos sólidos en el Ecuador, considerando para ello, las diferentes áreas temáticas involucradas, como son: participación del Estado, economía del sector, marco legal, gestión ambiental, componente de salud y participación de la sociedad en general.

Actualmente en la región amazónica, específicamente en el Cantón el Chaco de la provincia de Napo, la disposición final de desechos sólidos, utiliza el botadero de la parroquia Linares; aquí los desechos sólidos son depositados en una celda y tapados periódicamente, no se da tratamiento alguno de lixiviados por lo que nivel de contaminación a fuentes hídricas cercanas es alto.

En el Cantón Gonzalo Pizarro, la disposición final de desechos se realiza en un botadero controlado; cabe indicar que en el Cantón ya se ha implementado un programa de recolección diferenciada de desechos y se ha elaborado un diseño del nuevo Relleno Sanitario que está en espera de su aprobación.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales, los dos cantones presentan graves deficiencias al respecto. En El Chaco se contaba con dos piscinas de sedimentación que dejaron de funcionar por problemas técnicos en su construcción. En Gonzalo Pizarro no se registra la operatividad de algún sistema de tratamiento.

Con estos antecedentes, el presente proyecto de tesis: “Elaboración de un plan de manejo de desechos sólidos y líquidos para el campamento San Rafael del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair” tiene como objetivo, ser un modelo piloto de gestión de desechos tanto para las actividades que conciernen al desarrollo del proyecto, como para las instituciones públicas y privadas.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

El Campamento San Rafael, actualmente no posee un Plan de Manejo de Desechos, y los problemas ambientales por consecuencia de su inadecuada disposición han sido múltiples, ya que se ha generado contaminación directa al suelo, aire, agua, flora y fauna del lugar.

El área donde se ubica el Campamento, es una zona con alta sensibilidad ambiental, por lo que, el no implementar estos mecanismos de gestión ambiental, sería atentar en contra de los recursos físicos, bióticos y socioeconómicos de la zona de ubicación del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair y la aplicación de sanciones establecidas en la legislación ambiental a la Compañía, en calidad de promotor del proyecto.

Actualmente, los desechos generados en el Campamento San Rafael son enviados hacia el botadero de la ciudad del Chaco mediante un vehículo que no cuenta con el equipamiento adecuado para realizar dicha actividad.

Los Gobiernos municipales de los Cantones: El Chaco y Gonzalo Pizarro no cuentan con un relleno sanitario que permita manejar correctamente los desechos sólidos generados por la población; de igual forma los desechos líquidos no poseen tratamiento alguno, provocando una contaminación directa de las fuentes hídricas.

La población de los 2 cantones, nunca tuvo acceso a programas de educación ambiental y actualmente tampoco las Escuelas y Colegios incorporan este componente en su pensum de estudios.

Los desechos sólidos que se generan en el campamento San Rafael, no cuentan con un área adecuada para su almacenamiento; esto ha generado la proliferación de organismos vectores que atentan con la salud del personal y varios daños colaterales, como contaminación de agua.

En el Campamento, tampoco se lleva a cabo un monitoreo permanente de las aguas residuales del campamento ya que, las instalaciones de la planta de tratamiento de agua actualmente se encuentran deterioradas.

Los lodos procedentes de la planta de tratamiento de aguas, no tienen ningún tratamiento, por lo que son fuente contaminación directa para el suelo y fuentes de agua.

Caso particular de gravedad representan las aguas grises, las mismas que son descargadas al ambiente sin un tratamiento previo.

### **1.3. Justificación**

El Plan de Manejo de Desechos (PMD), se basa principalmente en la incorporación de prácticas generales y específicas para el manejo de todos los residuos generados (sólidos, líquidos y peligrosos) como consecuencia del desarrollo de las actividades del campamento.

El Plan de Manejo de Desechos, establece las directrices para el adecuado manejo de cualquier residuo generado por las actividades ejecutadas durante la etapa constructiva y/u operativa del proyecto, y cuyo manejo y aplicación será de responsabilidad de la Compañía Coca Sinclair E.P., contratistas y subcontratistas.

Con estos antecedentes y en consideración a que el Campamento San Rafael, es un punto estratégico, logístico y administrativo, para el proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair E.P., y no cuenta con un Plan de Manejo de Desechos, que permita conocer la cantidad y clase de desechos que se producen, así como su tratamiento y disposición final; se propone el presente

proyecto de investigación, como alternativa de solución y de gestión ambiental de la compañía Coca Sinclair E.P., la comunidad y el medio ambiente.

El Plan de Manejo de Desechos debe ajustarse a la normativa ambiental vigente, como base para fortalecer la realización de actividades similares en otros campamentos principales y temporales del proyecto.

#### **1.4. Hipótesis de la investigación**

La Elaboración del Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos para el Campamento San Rafael del “Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair”, contribuirá a optimizar los recursos económicos, humanos, y materiales; propiciando además un adecuado manejo, tratamiento y disposición final de los mismos.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

Elaborar un Plan de Manejo de Desechos Sólidos y Líquidos generados en el Campamento San Rafael, y ponerlo a disposición de la Empresa Coca Codo Sinclair, como entidad responsable de su implementación.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar una guía de procedimientos para el manejo, control y monitoreo de desechos desde la generación hasta su disposición final.
- Controlar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Campamento, con el fin de que la descarga del efluente cumpla con la Normativa Ambiental Vigente en el Ecuador.
- Controlar y disminuir las cantidades de desechos que se generen, mediante medidas de optimización de recurso o producción limpia.

- Promover la concientización ambiental sobre las prácticas de manejo de desechos en el campamento, dirigido hacia todo el personal que labore y visite las instalaciones; así como también la población cercana.
- Construir un modelo piloto sobre el manejo de desechos para el Proyecto Coca Codo Sinclair, que puede ser implementado por otras instancias del Sector Público y Privado.

## **1.6. Alcance**

El Plan de Manejo de Desechos (PMD) que se propone, constituye un conjunto de procedimientos, prácticas y acciones que la compañía Coca Sinclair E.P., deberá implementar para prevenir, eliminar, minimizar, controlar y compensar los impactos negativos que se generen en el Campamento San Rafael. Así mismo, el plan propone maximizar aquellos aspectos positivos del Campamento.

El Plan de Manejo Ambiental de Desechos (PMD), cumplirá con los estándares de calidad que la empresa requiere, así como también se aplicarán las normativas y legislación ambiental vigentes. Se seguirá expresamente lo dispuesto en las ordenanzas ambientales de los municipios implicados.

Contendrá todas las etapas para el manejo de desechos desde la generación hasta la disposición final y deberá cumplir con los requerimientos estipulados en el TULSMA, Libro VI de la Calidad Ambiental en lo referente al manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desechos líquidos y desechos peligrosos.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Manejo Integral de Desechos:

##### 2.1.1. Definición:

Es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas del manejo de residuos desde su generación, aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Figura N° 2.1); basándose en criterios sanitarios, ambientales, legales, institucionales, socio culturales, técnicos y económicos.

**Figura N° 2.1. Etapas del manejo de desechos**



Elaborado por: Autora, 2010

##### 2.1.2. Situación Nacional del Manejo de los Desechos.

Según el censo de población y vivienda realizado en el 2001, la población del Ecuador se estima en más de 13 millones de habitantes, de los cuales el 64% habita en zonas urbanas y el 36% en zonas rurales. (INEC, 2001).

En cuanto a la disponibilidad de la población a servicios básicos, el 64 % de la población tiene acceso al servicio de agua potable y 57% al servicio de alcantarillado. Simultáneamente, en el manejo de los desechos, se estima que el 90% de las aguas residuales producidas a nivel urbano no reciben



tratamiento y son descargadas directamente a los cursos hídricos existentes. (OPS, 2002).

A más de eso, tan solo el 49,10% de la población asentada en la zona urbana cuenta con servicio de aseo y recolección de basura eficiente; mientras que en la zona rural es notable la falta de este servicio. De igual manera, sólo el 30% de la basura generada se dispone en buenas condiciones, por lo que el 70% restante se arroja en cuerpos de agua, quebradas, terrenos baldíos y botaderos clandestinos. (IBÍDEM).

Por lo visto anteriormente, en nuestro País no se da un adecuado manejo de los desechos líquidos y sólidos; son pocos los sistemas de tratamiento eficientes, que reúnen las condiciones sanitarias y de infraestructura adecuada; tal es el caso de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca (ETAPA) y el Relleno Sanitario de la Ciudad de Loja.

La deficiencia del servicio de saneamiento constituye un problema de alcance nacional, que debe ser atendido de forma inmediata ya que ocasiona graves problemas tanto ambientales como en la salud humana.

#### - **Tasas de Generación.**

En el Análisis Sectorial de los Residuos Sólidos (2002), se estima que en el país se generan alrededor de 7.423 Ton/día., de residuos sólidos; de los cuales el 60,1% de residuos sólidos son generados en el área urbana de 15 ciudades del Ecuador, entre ellas Quito y Guayaquil; mientras que el 39,9% corresponden al área urbana de las 199 ciudades restantes y al área rural de todo el país.

Con respecto a las tasas de generación de desechos sólidos, correspondientes a los cantones de El Chaco y Gonzalo Pizarro, diariamente se generan 2,85 y 2.47 Toneladas respectivamente. (COMAGA, 2009).

En cuanto a la generación per – cápita se refiere, en el análisis sectorial de residuos se estableció la generación por habitante día dependiendo el tipo de ciudad, a continuación en la tabla (2.1.) se detallan estos valores.

**Tabla N° 2.1. Generación Per – cápita en Kg/hab/día.**

Tipo de Ciudad	GPC (kg/hab/día)	Referencia
Metrópolis	0,85	Quito
Grande	0,65	Santo Domingo
Mediana	0,64	Riobamba
Pequeña y rural	0,45	Tena

**Fuente:** Análisis Sectorial de los Residuos Sólidos dado por la OPS (2002)

Es el caso de la dotación de agua potable, en el Inventario Regional de las Aguas Residuales Domesticas en América Latina (2004), se señala que en los países de América Latina se presenta un promedio de consumo de 209 L/hab/día; este valor aumenta con el tamaño de la ciudad, se inicia con 185 L/hab/día en las ciudades con menos de 2.000 habitantes y alcanza 229 L/hab/día en las mayores a un millón de habitantes.

## 2.2. Desecho

### 2.2.1. Definición

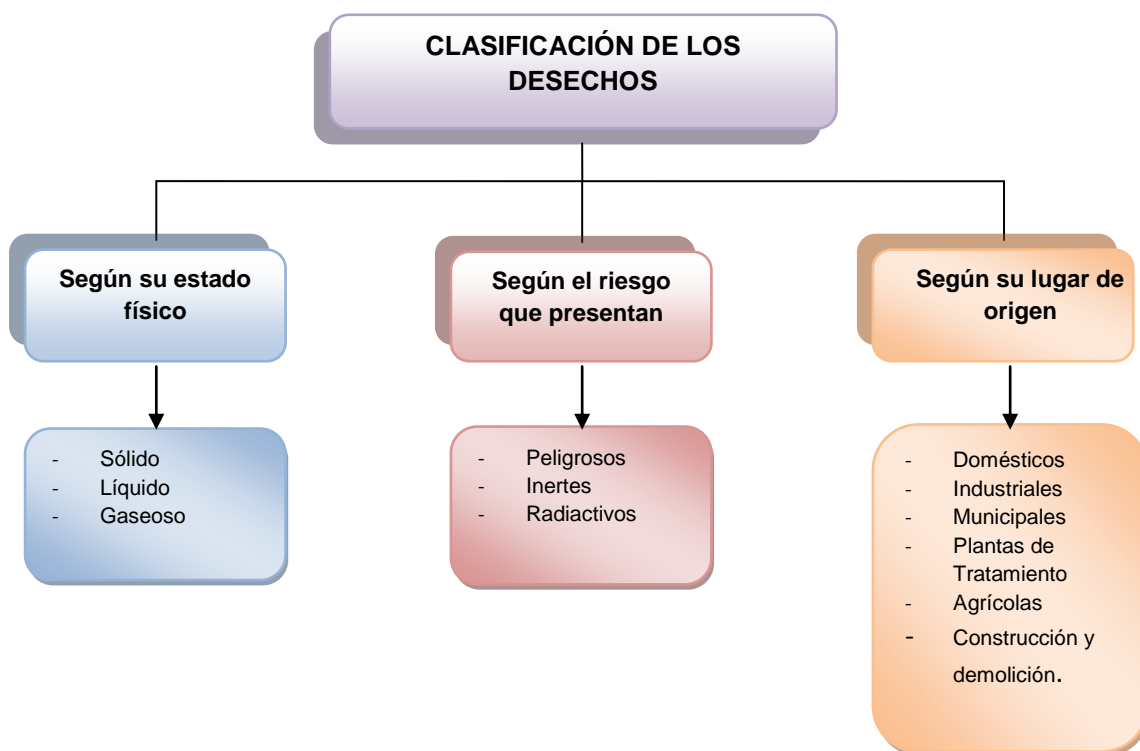
La Agencia de Protección Ambiental (1976), define como desecho: “cualquier basura, desperdicio, o fango proveniente de una planta de tratamiento de residuos, de una planta de tratamiento de agua, o de una instalación de control de contaminación del aire, y cualquier otro material que se descarte, incluyendo materiales sólidos, líquidos, semi-sólidos o gaseosos confinados, provenientes

de operaciones industriales, comerciales, mineras y agrícolas, y de las actividades de la comunidad, pero no incluyen materiales sólidos o disueltos contenidos en desagües domésticos, ni materiales sólidos o disueltos contenidos en el caudal de reflujos de las aguas de irrigación o en las descargas industriales, que son descargas fijas sujetas a la obtención de permisos”.

### 2.2.2. Clasificación de los desechos

En el siguiente esquema, se presenta la clasificación de los desechos de acuerdo a su característica:

**Esquema N° 2.1. Clasificación de los Desechos**



**Elaborado por:** Autora, 2010

## **2.3. Desechos Sólidos**

### **2.3.1. Definición**

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas. (Municipio de Santiago de Cali, 2004).

### **2.3.2. Clasificación de los desechos sólidos según su origen:**

Para el diseño y la operación de las distintas etapas del manejo integral de los desechos sólidos, es importante tener un conocimiento básico de los orígenes y los tipos de residuos sólidos que se generan en las distintas localidades. Para ello se ha elaborado la tabla N<sup>o</sup> 2.2, que indica a detalle la clasificación de los desechos sólidos de acuerdo a su lugar de generación u origen:

**Tabla N° 2.2. Clasificación de los residuos sólidos según su origen**

ORIGEN	CONCEPTO	INSTALACIONES, ACTIVIDADES O LOCALIZACIONES DONDE SE GENERAN	TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS
<b>Doméstico</b>	Consisten en residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. Excluye a los residuos peligrosos y especiales.	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc., unifamiliares y multifamiliares	Fracción Orgánica: Residuos de Comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, hojas en la calle, madera, cenizas.  Fracción Inorgánica: Vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, baterías, pilas, aceite, neumáticos), residuos domésticos peligrosos.
<b>Comercial</b>	Presenta características similares a los residuos domésticos.	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales, y peligrosos (Ver párrafo anterior).
<b>Institucional</b>	Presenta características similares a los residuos domésticos.	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	(Como en el comercial)
<b>Construcción y demolición</b>	Constituyen a los restos de construcción, remodelación y arreglos de viviendas individuales, edificios y otras estructuras.	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.	Construcción: Madera, acero, hormigón, suciedad, piedras, ladrillos, escayola, grava; piezas de fontanería, calefacción y electricidad, etc. Demolición: Residuos de edificios demolidos, calles levantadas, aceras, puentes, vidrios rotos, etc.
<b>Servicios Municipales (excluyendo plantas de tratamiento)</b>	Son residuos de la comunidad, que se derivan de la operación y del mantenimiento de las instalaciones municipales y de la provisión de otros servicios municipales.	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.	Residuos especiales, basura, barraduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.
<b>Plantas de tratamiento</b>	Son residuos sólidos o semisólidos de agua, aguas sucias e instalaciones de tratamiento de residuos industriales. Sus características varían según su tipo de tratamiento	Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
<b>Industrial</b>	Son aquellos materiales que resultan de un proceso de producción, transformación, utilización o consumo, en donde su propietario lo destina para su recuperación o abandono.	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, chatarra. Residuos no industriales (Residuos de comida, basura, cenizas, residuos especiales y peligrosos.)
<b>Agrícola</b>	Son residuos y rechazos generados por las actividades agrícolas.	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

Elaborado por: Autora, 2010

### 2.3.3. Propiedades de los desechos sólidos:

Para el desarrollo de un programa de gestión integrada de residuos es importante identificar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos; éstas se detallan a continuación:

#### a) Propiedades físicas:

Las características más importantes de los residuos sólidos incluyen: peso específico, contenido de humedad, capacidad de campo y permeabilidad de los residuos compactados. A continuación se especifican cada una de estas:

##### - **Peso específico:**

Se define como el peso de un material por unidad de volumen ( $\text{kg/m}^3$ ). Los datos sobre el peso específico a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total de residuos a ser gestionados.

Es muy importante considerar que el peso específico de los residuos sólidos varía según la localización geográfica, estación del año, tiempo de almacenamiento, grado de compactación. En la Tabla 2.3., se indican datos típicos de peso específico y contenido de humedad de los residuos sólidos. (Tchobanoglous et al., 1998: Pág. 82).

##### - **Contenido de humedad:**

Según Tchobanoglous (1998), para la gestión integral de residuos sólidos el método de medición peso-húmedo es usado con más frecuencia, y se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo. (Tabla 2.3)

##### - **Capacidad de campo:**

Es la cantidad total de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad. Los datos de la capacidad de campo obtenidos son útiles para determinar la formación de lixiviación en los vertederos. (Tchobanoglous et al., 1998: Pág. 86).

- **Permeabilidad de los residuos compactados:**

La conductividad hidrológica de los residuos compactados es muy importante porque gobierna el movimiento de líquidos y gases en un vertedero. (IBÍDEM).

**Tabla N<sup>o</sup> 2.3. Peso específico y contenido de humedad de los residuos sólidos**

Tipo de Desechos Sólidos	Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> )		Contenido en Humedad porcentaje en peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
<b>Domésticos (no compactados)</b>				
Residuos de comida	131-481	291	50-80	70
Papel	42-131	89	4-10	6
Cartón	42-80	50	4-8	5
Plásticos	42-131	65	1-4	2
Residuos de jardín	59-225	101	30-80	60
Madera	131-320	237	15-40	20
Vidrio	160-481	196	1-4	2
Latas de hojalata	50-160	89	2-4	3
Aluminio	65-240	160	2-4	2
<b>Urbanos</b>				
En camión compactador	178-451	297	15-40	20
En Vertedero				
Medianamente compactados	362-498	451	15-40	25
Bien Compactados	590-742	600	15-40	25
<b>Comerciales</b>				
Residuos de Comida (húmedos)	475-950	540	50-80	70
Cajas de madera	110-160	110	10-30	20
Basura (Mezclada)	139-181	160	10-25	15
<b>Construcción y demolición</b>				
Demolición mezclados (no combustible)	1000-1600	1421	2-10	4
Demolición mezclados ( combustibles)	300-400	360	4-15	8
Construcción mezclados ( combustibles)	181-360	261	4-15	8
<b>Industriales</b>				
Chatarra metálica (pesada)	1501-2000	1780	0-5	
Chatarra metálica (ligera)	498-900	740	0-5	
Aceites, alquitranes, asfaltos	801-1000	950	0-5	2
<b>Agrícolas</b>				
Animales muertos	202-498	359		
Residuos de frutas ( mezclados)	249-751	359	60-90	75
Residuos de vegetales (mezclados)	202-700	359	60-90	75

**Fuente:** Tchobanoglous, 1998.

## **b) Propiedades químicas**

La determinación de las propiedades químicas de los residuos sólidos, permite evaluar las opciones de procesamiento y recuperación de los mismos. Las propiedades más importantes se detallan a continuación:

### **- Punto de fusión de la ceniza:**

Es la temperatura en la que la ceniza resultante de la incineración de residuos se transforma en sólido por la fusión y la aglomeración. Las temperaturas típicas de fusión para la formación de escorias de residuos sólidos se encuentran entre 1.100°C y 1.200°C. (Tchobanoglous et al., 1998: Pág. 93).

### **- Análisis elemental de los componentes**

Implica la determinación de C (Carbono), H (Hidrógeno), O (Oxígeno), N (Nitrógeno), S (Azufre), ceniza y halógenos. Los resultados del análisis elemental se utilizan para caracterizar la composición química de la materia orgánica. También se usan para definir la mezcla correcta de materiales residuales necesaria para conseguir las relaciones C/N aptas para los procesos de conversión biológica. (IBÍDEM).

### **- Contenido energético de los componentes de los residuos**

El contenido energético de los residuos sólidos se puede determinar utilizando una caldera a escala real como calorímetro, también se puede usar una bomba calorimétrica de laboratorio o a su vez se puede determinar por cálculo si se conoce la composición elemental. (IBÍDEM).

### **- Nutrientes esenciales y otros elementos**

La información de los nutrientes esenciales se utiliza cuando la fracción orgánica de los residuos se va a utilizar para la elaboración de productos biológicos tales como: compost, metano y etanol. (Tchobanoglous et al., 1998: Pág. 100).



### c) Propiedades biológicas

Las propiedades biológicas más importantes de los residuos sólidos están relacionadas a la producción de olores, generación de moscas y la biodegradabilidad de los componentes de los residuos. A continuación se describen cada uno de estos:

#### - Biodegradabilidad de los componentes de residuos orgánicos

El contenido de sólidos volátiles frecuentemente se los utiliza como medida de la biodegradabilidad de la fracción orgánica de un residuo. Según Tchobanoglous (1998), para estimar la fracción biodegradable se puede usar el contenido de lignina de un residuo mediante la siguiente ecuación:

$$BF = 0.83 - 0.028 LC$$

(2.1)

#### Donde:

BF = Fracción biodegradable expresada en base a los sólidos volátiles

0.83 = Constante empírica

0.28 Constante empírica

LC = Contenido de lignina de los sólidos volátiles expresado como un porcentaje en peso seco.

#### - Producción de olores

Los olores se pueden desarrollar cuando los residuos se almacenan durante largos periodos de tiempo y son más considerables en climas cálidos. Normalmente la formación de olores se produce por la descomposición anaerobia de los compuestos orgánicos. (Tchobanoglous et al., 1998: Pág. 102).

## - Reproducción de moscas

En estaciones de clima cálidos, la reproducción de moscas puede desarrollarse en menos de dos semanas después de poner los huevos. Su presencia en el ambiente ocasiona diversos problemas que se detallarán más adelante. (IBÍDEM).

### 2.3.4. Problemas debido al manejo inadecuado de desechos sólidos.

#### a) Riesgos en la salud pública

Se presentan debido a la manipulación o contacto directo de la población con la basura. Un claro ejemplo se presenta en aquellas personas que segregan basura, cuya actividad se realiza en condiciones infrahumanas y sin la más mínima protección personal posible.

Debido al manejo inadecuado de desechos existe una proliferación de organismos vectores que transmiten un sinnúmero de enfermedades al individuo. Ejemplos de este tipo de vectores se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla N° 2.4. Principales enfermedades transmitidas por organismos vectores**

VECTORES	FORMAS DE TRANSMISIÓN	PRINCIPALES ENFERMEDADES
Ratas	Mordisco, orina y heces, pulgas.	Peste bubónica, Tifus murino, Leptospirosis, Enfermedades diarreicas.
Pulgas	Deyecciones y picadura	Tifus murino, Peste bubónica
Arañas	Mordedura	Malestar general, Espasmos y Contracciones generales
Triatominos	Picadura	Enfermedad de Chagas
Piojos	Picadura	Tifo exantemático epidémico, Fiebre recurrente cosmopolita
Moscas	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea, Salmonelosis, Cólera, Amebiasis, Disentería, Giardiasis.
Mosquito	Picadura de mosquito hembra	Malaria (paludismo), Leishmaniasis, Fiebre amarilla, Dengue, Filariasis
Cucaracha	Vía mecánica (alas, patas cuerpo), heces	Fiebre tifoidea, Cólera, Gastroenteritis, Diarrea, Intoxicación alimenticia.
Cerdos	Ingestión de carne contaminada, heces	Cisticercosis, Toxoplasmosis, Triquinosis, Teniasis.
Aves	Heces	Toxoplasmosis.

Fuente: Jaramillo, 1999

## **b) Efectos en el Ambiente:**

El manejo inadecuado de los residuos sólidos, a más de efectos en la salud humana representa efectos en el ambiente; los mismos que tienen que ver con problemas de contaminación de los recursos naturales y deterioro paisajístico de las ciudades, a continuación se presentan una breve referencia de los efectos más importantes:

### **- Contaminación de los Recursos Hídricos:**

La mala disposición de los residuos sólidos produce alteraciones en aguas tanto superficiales como subterráneas. Estas alteraciones implican un incremento de la carga orgánica, disminución del oxígeno disuelto y aumento de nutrientes que propician el desarrollo de algas dando como resultado procesos de eutrofización, muerte de peces y presencia de malos olores. .

Otro efecto negativo de la descarga de los residuos sólidos en fuentes de agua o abandono de estos en la vía pública, es la disminución de los cauces y el taponamiento de las redes de alcantarillado. Debido a esto, en los periodos de lluvias se pueden producir inundaciones ocasionando la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, lo que es más grave aún, de vidas humanas.

### **- Contaminación del suelo**




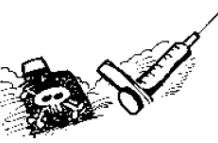
Otro efecto negativo fácilmente reconocible es el deterioro paisajístico de los pueblos y ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se localizan los botaderos como de las áreas vecinas, por el abandono y la acumulación de basura. Además, la contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos, debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental.

### **- Contaminación del aire**

Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores. Como evidencia de tal alteración se presentan malos olores, los vientos en los

periodos secos pueden transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales, y la incineración de los residuos genera gases contaminantes que afectan significativamente la calidad atmosférica.

**Tabla N° 2.5. Efectos producidos por la disposición inadecuada de desechos.**

CONTAMINANTES	DEFINICIÓN	CONTIENE	EFFECTO DAÑINO
<b>Lixiviado</b> 	Es una mezcla de agua y compuestos químicos de la basura. (Sopa tóxica)	Metales pesados y otros compuestos tóxicos, sales, bacterias y materia orgánica.	El lixiviado contamina el agua superficial a través del arrastre y contacto directo y el agua subterránea a través de la infiltración.
<b>Gases</b> 	Están producidos por la descomposición de la basura y su combustión.	Metano y dióxido de carbono con compuestos de Sulfuro (biogás).	Se pueden producir explosiones. El contenido de sulfuro puede causar dolor de cabeza y problemas respiratorios
<b>Humo</b> 	Proviene de la quema de la basura	Compuestos tóxicos, dependiendo del tipo de desechos que están quemándose.	Causa enfermedades de los ojos y el sistema respiratorio, dolor de cabeza, etc.
<b>Contacto directo o Indirecto con desechos</b> 	Todas las personas involucradas en el manejo de los desechos sólidos pueden sufrir riesgos tanto directos como indirectos.	Microorganismos patógenos y materiales o sustancias tóxicas	Enfermedades como: Cólera, conjuntivitis, leptospirosis, tífus , etc.

Fuente: CESTA, 2003

### 2.3.5. Generación de Desechos

La generación de desechos está en función del tamaño de la población, del estrato social en el que se ubica, las condiciones geográficas y climáticas de la región, la época del año, etc.

En poblaciones pequeñas que cuentan con 100 habitantes o menos, es muy importante considerar los factores físicos y geográficos ya que son zonas rurales que carecen de servicios públicos, vías de acceso; además las

costumbres de la población asentada son diferentes. (SEDESOL, 2006; Pág. 20).

La estimación de la cantidad de desechos generados en una localidad tiene una gran importancia para:

- Establecer la necesidad de terreno para disponer finalmente los residuos.
- Redefinir las rutas y frecuencia de recolección.
- Establecer estimaciones de costos de servicio de manejo de residuos

Para lograr realizar una correcta estimación de los residuos generados es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

#### a) **Peso específico**

Parámetro previamente descrito en las propiedades físicas de los residuos (Pág. 13)

#### b) **Producción per cápita**

Es la cantidad de residuos sólidos que genera una persona en un día, se expresa en kilogramo por habitante por día (kg/hab\*día). La Ppc, varía de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional y su nivel de consumo o nivel socioeconómico, así como en una organización o en una industria depende de las actividades predominantes en el sector. Los datos de la producción per cápita según Castro, B. (2000), se pueden conocer empleando la siguiente ecuación:

$$Ppc = R/H$$

**(2.2)**

#### **Donde:**

Ppc = Producción per cápita en kg/ hab \* día.

R = Peso total de residuos generados en las viviendas en kg/ día.

H = Número total de habitantes

### c) Composición

La composición de los residuos es importante para la selección de alternativas de manejo de los residuos; por ejemplo: la basura que contiene alto contenido de materia orgánica puede ser utilizada para la producción de compost, lombricultura o generación de biogás; mientras que basuras con altos contenidos de papel, latas, plásticos o vidrios, pueden ser manejadas en programas efectivos de reciclaje.

Para conocer datos sobre la composición de los residuos, se debe separar manualmente los residuos. A continuación en la siguiente tabla se presenta las categorías típicas de los residuos utilizados en la caracterización de su composición.

**Tabla N° 2.6. Categorías típicas de los residuos**

CATEGORÍA DE RESIDUOS	TIPOS DE RESIDUOS
<b>Papel</b>	periódicos viejos, papel de alta calidad, revistas, papel carbono, papel térmico de fax, etc
<b>Plástico:</b>	PET (botellas de refrescos), PE – HD (recipientes de agua, leche y botellas para detergentes, plásticos mezclados, otros plásticos (PVC, PE – LD y PS), plástico de película.
<b>Material orgánico</b>	Restos de comida.
<b>Cartón</b>	Cartón/kraft viejo
<b>Textiles</b>	Ropa, trapos, etc.
<b>Cuero</b>	Zapatos, abrigos, chaquetas, tapicería.
<b>Residuos de jardín</b>	Recortes de césped, hojas, podas de arboles, etc.
<b>Madera</b>	Materiales de construcción, palets de madera
<b>Misceláneos</b>	Pañales desechables
<b>Vidrio</b>	Vidrio de recipientes, ventanas, etc.
<b>Aluminio</b>	Recipientes de bebidas, chapas, canalones, etc.
<b>Metales féreos</b>	Latas de hojalata, aparatos y coches, etc.
<b>Baterías y pilas</b>	Pilas alcalinas, baterías ácidas de plomo, etc.
<b>Artículos voluminosos</b>	Muebles, lámparas
<b>Electrodomésticos</b>	Radios, cocinas, refrigeradoras, etc.

Fuente: Tchobanoglous, 1998.

A continuación, se debe pesar cada uno de los productos y determinar su composición mediante la ecuación (2.3): (Castro, 2000; Pag.18).

$$S = (100 * s) / P$$

(2.3)

**Donde:**

S = Porcentaje de cada componente

s = Peso de cada componente kg.

P = Peso total de los residuos en kg.

**d) Producción actual y futura de los residuos**

La estimación de la producción actual y futura de los residuos es de gran importancia ya que permitirán dimensionar sitios adecuados para la disposición final de los residuos, así como también permitirá contar con datos que permitan gestionar a mediano y a largo plazo la basura.

Para la determinación de la producción actual de los residuos generados en una población se utiliza la siguiente ecuación: (IBÍDEM).

$$Pd = H * Ppc$$

(2.4)

**Donde:**

Pd = Producción actual de los residuos en kg.

H = Número total de habitantes

Ppc = Producción per cápita en kg/hab \* día.

Para la determinación de la cantidad futura de los residuos se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$P = P_0 * (1 + r)^n \quad (2.5)$$

**Donde:**

P = Población futura

P<sub>0</sub> = Población actual

r = Tasa de crecimiento (valor proporcionado por el INEC)

n = Número de años para los cuales se requiere dimensionar el sistema de aseo.

### 2.3.6. Manipulación y separación de residuos en el origen.

La manipulación y separación de los residuos, constituyen un conjunto de actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que éstos son colocados en los contenedores utilizados para su almacenamiento. Las actividades asociadas a la manipulación de los residuos sólidos en la fuente de generación varían según los tipos de materiales que se separaran para su reúso y reciclaje.

La separación de los componentes de residuos sólidos, tales como: papel, cartón, latas de aluminio, vidrio y plástico, en el punto de generación es una forma más positiva y eficaz para lograr la recuperación, reducción, y reutilización de materiales. (Tchobanoglous et al., 1998: Pág. 183).

A continuación, se detallan las políticas más utilizadas en la gestión de residuos sólidos:

#### - Reducción

Es el proceso unitario por el que se reduce el tamaño de los materiales residuales recogidos.



### - **Reúso**

Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación. Ejemplo ello es el reúso de las bolsas de papel y plástico.

### - **Reciclaje**

Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. Por ejemplo se puede reciclar: el papel, el cartón, los plásticos, vidrio, los metales no ferrosos y los metales ferrosos.

### **2.3.7. Almacenamiento**

Es el depósito de los desechos en espera de su recolección. Según Castro, B. (2000), un adecuado almacenamiento tiene como ventajas:

- Evitar problemas de contaminación en el ambiente.
- Disminuir impactos en la salud humana causados por enfermedades relacionadas al manejo de desechos.
- Evitar el efecto antiestético de un depósito de basura sobre la superficie del suelo en el lugar donde se habita o trabaja.

Para la elección de un lugar adecuado para el almacenamiento de los residuos sólidos, se debe considerar lo siguiente:

#### **a) Tamaño y tipo de contenedor**

La selección del tamaño del recipiente es importante ya que facilita el almacenamiento de una cierta cantidad de desechos en un periodo de tiempo. Para establecer la capacidad de los recipientes se debe considerar la cantidad

de residuos generados y la frecuencia del servicio de recolección mediante la siguiente ecuación:

$$V = 8750 * (Pd) / (Pe * fr)$$

(2.6)

**Donde:**

V = Volumen del recipiente en litros

Pd = Producción diaria de residuos (kg / día)

fr = Número de días a la semana que se presta el servicio de recolección

Pe = Peso específico de los residuos en kg/ m<sup>3</sup>

En cuanto al tipo de contenedor, es recomendable utilizar recipientes metálicos o plásticos con tapa; todo esto, con el fin de evitar que se rieguen los desechos o los líquidos que se generan debido a la putrefacción, que se moje si se encuentran en cajas de cartón o peor aún que se dispersen en la calle. (IBÍDEM).

En la siguiente tabla se proporciona una lista de los contenedores más comunes usados para almacenamiento en pequeñas comunidades:

**Tabla N<sup>o</sup> 2.7. Tipos de contenedores utilizados para almacenamiento de RSU en pequeñas comunidades**

TIPO DE CONTENEDOR	CAPACIDAD		
	UNIDAD	RANGO	VALOR TÍPICO
<b>Capacidad pequeña</b>			
Plástico o metal	Litros	16-40	28
Plástico o metal galvanizado	Litros	75-150	120
Barril: Plástico, aluminio o fibra de vidrio	Litros	75-250	120
Contenedores plásticos con ruedas	Litros	300-380	340
Disposición en bolsas de papel	Litros	75-210	120
Disposición en bolsas de plástico	Litros	50-150	120
<b>Capacidad Mediana</b>			
Carga lateral o superior	m <sup>3</sup>	0.75-9	3

**Fuente:** SEDESOL, 2006.

## b) Ubicación de contenedores

Para la ubicación de los contenedores se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Los contenedores se deben ubicar en espacios cerrados y deberán estar capacitados para rodar.
- Las áreas de los contenedores deberán localizarse de modo que la distancia de transporte a la vía de acceso más próxima en donde estará el camión recolector no sea mayor a 15 metros.
- Los contenedores deben ser ubicados en lugares, no muy apartados de la población, en donde todos tengan acceso al depósito de su basura. (SEDESOL, 2006; Pág. 27)

### 2.3.8. Recolección

La recolección es la acción de transferir la basura desde los lugares donde se genera hasta el camión recolector de la basura. El servicio de recolección que se puede prestar en el Campamento San Rafael, corresponde al siguiente método:

- **Contenedores:** en este método, el vehículo recolector de basura debe detenerse en los lugares establecidos y en el que se encuentran ubicados los contenedores, para recolectar los residuos. La ubicación de los contenedores debe tomar en cuenta un fácil acceso para que el camión recolector realice maniobras sin problemas. (SEDESOL, 2006; Pág. 34)

### 2.3.9. Transporte

Es el traslado de los residuos en vehículos apropiados, hacia sitios en que podrán ser transferidos, trasladados y/o dispuestos finalmente. En la recolección de los residuos sólidos uno de los aspectos más relevantes para resolver la problemática es la elección de los vehículos recolectores.

Las cualidades que debe reunir un vehículo recolector son:

- Rapidez de recepción de basura
- Llenado máximo y facilidad de vaciado
- Tolva e descarga que permita asegurar las operaciones de volcado de los recipientes fácilmente, en las mejores condiciones de higiene.
- Funcionamiento silencioso
- Mantenimiento y facilidad de lavado
- Reparto equilibrado de cargas sobre los ejes de tracción del camión
- Seguridad

Las rutas de transporte de residuos sólidos se establecerán en mapas apropiados, indicando como mínimo el número y tipo de unidades, tiempo, distancia y volúmenes de residuos involucrados en esta actividad. (CONAM, 2001)

### **2.3.10. Tratamiento**

El tratamiento en el manejo de los residuos sólidos permite disminuir los riesgos para la salud y su potencial contaminante. La selección del método de tratamiento se efectúa en base a las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales. El método de tratamiento de residuos orgánicos más usado es el compostaje.

#### **- Compostaje**

El compostaje es un proceso mediante el cual el contenido orgánico de la basura se reduce por la acción bacteriológica de microorganismos contenidos en los mismos residuos orgánicos. El compost es un material similar al humus; mejora las características físicas y químicas de los suelos, pero no es considerado como un fertilizante. (Jaramillo, 1999; Pág. 24).

El compostaje se puede realizar utilizando mecanismos aerobios o anaerobios: el compostaje aerobio acelera el proceso de descomposición del material orgánico y permite obtener altas temperaturas, necesarias para la destrucción de patógeno, mientras que el anaerobio va siempre acompañado de malos

lores; por lo tanto es común realizar el compost aerobio. Para su funcionamiento óptimo se requiere el control y seguimiento de los siguientes factores: temperatura, pH, aireación, contenido de humedad, relación carbono/nitrógeno.

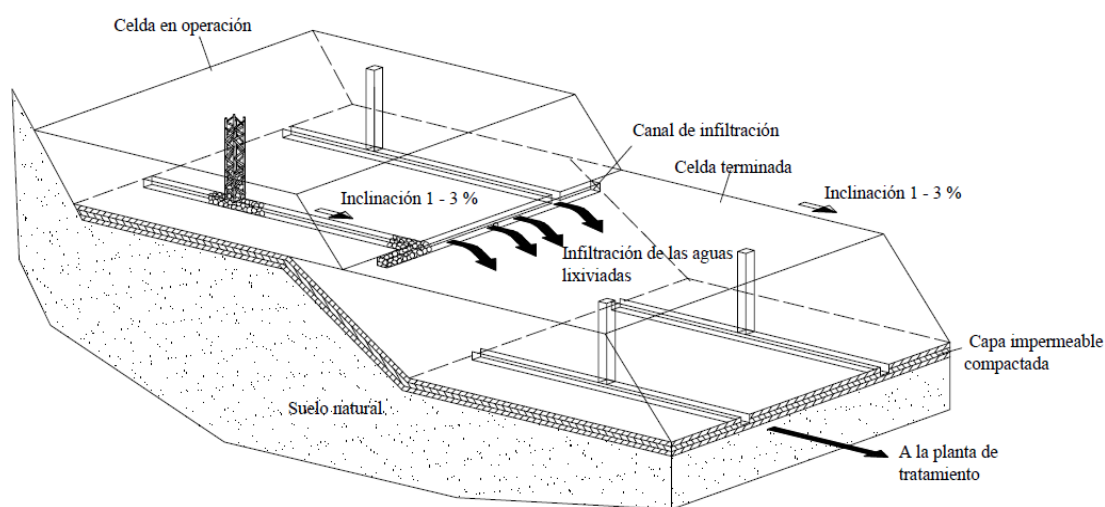
### 2.3.11. Disposición Final

Es la última etapa del ciclo de vida de los residuos, permite disponer de forma adecuada los residuos sólidos previamente tratados, de manera que no impacten negativamente en la salud pública ni en el medio ambiente. El método más aconsejable de disposición de los residuos sólidos es un relleno sanitario; a continuación se hace una breve referencia al respecto:

#### - Relleno Sanitario

Es una infraestructura física que aplica métodos de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos sobre el suelo, esparciéndolos y compactándolos al menor volumen práctico posible, para cubrirlos con material natural y/o sintético. Pueden ser de tipo mecanizado, semi - mecanizado y manual. Los criterios de selección del tipo de relleno a construir dependen de la cantidad de residuos generada.

**Figura N° 2.2. Diseño básico de un relleno sanitario**



**Fuente:** Roben, 2002.

Según Hernández, C; Wehenpohl, G. (2002), los Rellenos Sanitarios para su adecuado funcionamiento, deben cumplir con los siguientes mecanismos de control de impactos ambientales:

- **Control de aguas:** con canales y cunetas se drenan los líquidos.
- **Control de moscas y zancudos:** dos fumigaciones al día dentro y fuera del relleno con insecticidas de baja toxicidad.
- **Drenaje de gas:** por medio de chimeneas se controlan los gases y líquidos originados por la descomposición orgánica.
- **Control de incendios:** se debe evitar la quema de papel, cartón y plásticos.
- **Control de malos olores:** los desechos se tapan diariamente con tierra e igualmente se aplica cal al voleo.
- **Control de malezas:** se realiza dentro y fuera del relleno sanitario.
- **Control de lixiviados<sup>2</sup> o agua que se mezcla con basura:** se controla por medio de filtros que separan las basuras de los líquidos.

## 2.4. Desechos Peligrosos

### 2.4.1. Definición

Según el Reglamento para la prevención y control de la contaminación por Desechos Peligrosos del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria – TULAS (2002), los desechos peligrosos son aquellos desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan algún compuesto que tenga características reactivas<sup>3</sup>, inflamables<sup>4</sup>, corrosivas<sup>5</sup>, infecciosas<sup>6</sup>, o tóxicas<sup>7</sup>, que represente un riesgo para la salud

---

<sup>2</sup> **Lixiviado:** es el líquido que percola a través de los residuos sólidos, está compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, humedad de la basura y descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos.

<sup>3</sup> **Reactiva:** sustancia que presentan susceptibilidad para liberar energía.

<sup>4</sup> **Inflamable:** sustancia fácilmente combustible o que puede contribuir o causar fuego a través de fricción.

<sup>5</sup> **Corrosiva:** sustancia que en estado sólido, líquido o gaseoso, causa destrucción o alteraciones irreversibles en el tejido vivo por acción química en el sitio de contacto

<sup>6</sup> **Infecciosa:** sustancia que contiene microorganismos tales como bacterias, virus, rickettsias, parásitos, etc., que pueden causar enfermedades a los seres humanos o animales.

<sup>7</sup> **Tóxica:** sustancia que puede causar la muerte, lesiones serias o causar daño a la salud humana si son ingeridas, inhaladas o entran en contacto con la piel.

humana, los recursos naturales y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.

#### 2.4.2. Características de peligrosidad de un desecho peligroso

La Agencia de Protección Ambiental – EPA (1980), ha definido las siguientes características necesarias para clasificar a un desecho peligroso:

**a) Corrosividad:** un residuo es corrosivo si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- Ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.52.
- Ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35 mm al año a una temperatura de 55 °C, de acuerdo con el método NACE (*National Association Corrosion Engineers*), Standard TM-01-693, o equivalente.

**b) Reactividad:** un residuo es reactivo si muestra una de las siguientes propiedades:

- Reaccionar violentamente con agua.
- Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua.
- Poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente.
- Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

**c) Inflamabilidad:** es inflamable si presenta las siguientes propiedades:

- Ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60 C, conforme el método del ASTM-D93-79 o el método ASTM-D- 3278-78 (de la American Society for Testing and Materials<sup>4</sup>), con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen.

- No ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25 C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego.

#### d) Toxicidad

Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel.

### 2.4.3. Clasificación de los desechos peligrosos según su origen

La identificación de las fuentes u origen de generación de desechos peligrosos son un elemento clave para el diseño de estrategias de gestión y control de este tipo de desechos. En la siguiente tabla se identifican las fuentes o sectores de origen de los desechos peligrosos.

**Tabla N° 2.8. Origen de los desechos peligrosos**

ORIGEN	TIPO DE DESECHO PELIGROSO
Doméstico	Limpiadores domésticos, productos automotrices, cosméticos, pilas, baterías, lámparas de mercurio, desechos electrónicos, solventes, aceites y grasas, etc.
Industrial	Residuos con metales pesados, baterías, aceite con PBC, ácido sulfúrico, productos alquitranados, solventes, ácidos minerales, mercurio, lodos provenientes de tratamiento, etc.
Agrícola y Ganadero	Pesticidas, plaguicidas, aceites y disolventes orgánicos usados, agroquímicos, etc.
Hospitalario	<b>Residuos Infecciosos:</b> (punzocortantes, anatómicos, sangre humana, materiales biológicos, etc.) <b>Residuos Especiales:</b> (químicos, fármacos, radiactivos, etc.)

Fuente: Armas, F. 2009.

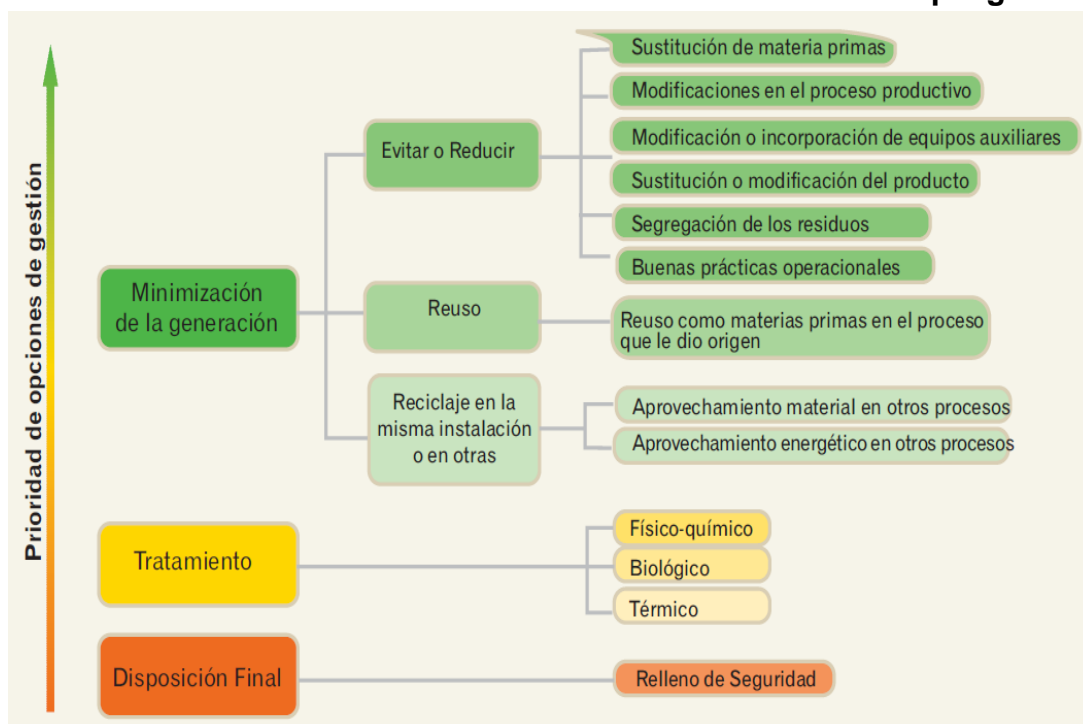
### 2.4.4. Sistema de gestión de desechos peligrosos

Para la gestión de residuos peligrosos es recomendable aplicar la jerarquía establecida anteriormente para los desechos comunes en los cuales se señala



la prioridad de minimizar, tratar y disponer; desde el punto de vista sanitario – ambiental. El siguiente esquema se presenta opciones prioritarias en los procesos de gestión de tales residuos.

### Esquema N° 2.2. Opciones prioritarias en los procesos de gestión de residuos peligrosos



Fuente: Proyecto CONAMA/GTZ, 2005.

## 2.5. Efluentes / Aguas Residuales:

### 2.5.1. Definición

Son aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original. (TULSMA, 2002).

A las aguas residuales, se las acostumbra nombrar también como “*aguas negras*”, provenientes de los inodoros y “*aguas grises*” aquellas aguas que provienen de las duchas, lavamanos y lavadoras. (Romero et al., 2005; Pág. 17).

### 2.5.2. Clasificación de las aguas residuales

- **Domésticas:** son los líquidos provenientes de las viviendas, edificios comerciales e instituciones.
- **Municipales:** son residuos líquidos transportados por el sistema de alcantarillado de una ciudad o población para su posterior tratamiento en una planta de tratamiento municipal.
- **Industriales:** poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.
- **Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc.
- **Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo.

### 2.5.3. Características de las aguas residuales

A continuación en la Tabla N<sup>o</sup> 2.9., se presentan las características físicas, químicas y biológicas, más comunes en las aguas residuales.

Tabla N<sup>o</sup> 2.9. Características de las aguas residuales

	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
FÍSICOS	Color	Las aguas residuales domesticas frescas son generalmente de color gris y con el tiempo cambia a color gris oscuro y luego a negro. En aguas residuales industriales el color puede indicar el origen de la polución, así como el buen estado o deterioro de los procesos de tratamiento.
	Olor	Las aguas residuales frescas tienen un olor característico desagradable, mientras que las aguas sépticas tienen un olor ofensivo producido generalmente por H <sub>2</sub> S proveniente de la descomposición anaerobia de los sulfuros.
	Sólidos	El contenido de sólidos de un agua afecta directamente la cantidad de lodo que se produce en el sistema de tratamiento. Se los pueden encontrar como sólidos sedimentables, disueltos, suspendidos y volátiles.
	Turbiedad	Constituye una medida óptica del material suspendido en el agua. Una turbidez alta, reduce la fotosíntesis de las plantas sumergidas en el cuerpo de agua.
QUÍMICOS	Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)	Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias.
	Demanda química de oxígeno (DQO)	Se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general se utiliza el dicromato de potasio, en un medio ácido y a temperatura alta.
	Tensoactivos	Son compuestos constituidos por moléculas orgánicas grandes, polares, solubles en agua y aceites. Disminuyen la tensión superficial de los líquidos en los que se hallan disueltos, inhiben la actividad biológica y disminuyen la solubilidad del oxígeno.
	Grasas y aceites	Generalmente provienen de la mantequilla, manteca, margarina, etc. Recubren las superficies con las cuales entra en contacto, causan iridiscencia y problemas de mantenimiento, e interfieren con la actividad biológica.
	Materia Orgánica	Es una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (CHON), proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, entre los más importantes.
	Metales Pesados	En altas concentraciones son tóxicos, aunque algunos de ellos como: Cobre, Zinc, Molibdeno, son esenciales para los organismos vivos.
	Metano	Se producen en la descomposición anaerobia de la materia orgánica y generalmente constituye el 65% del gas de digestores. En PTAR grandes, se utiliza el gas de los digestores para producir electricidad.
	Nitrógeno	En aguas residuales se pueden encontrar: nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitritos y nitratos. Los datos obtenidos en cuanto a cantidad, son útiles para determinar la tratabilidad de las aguas residuales por tratamientos biológicos.
	pH	Medida de concentración del ion hidrogeno en el agua. El valor del pH adecuado para los distintos tipos de tratamiento es generalmente entre 6,5 a 8,5.
BIOLÓGICOS	Actinomices	Son organismos heterotróficos, capaces de descomponer la celulosa y la lignina. Son los causantes de espumas en los tanques de aireación, pérdida de sedimentabilidad de los lodos y aumento de sólidos en el efluente.
	Algas	En lagunas fotosintéticas las algas proveen el oxígeno requerido para la actividad biológica aeróbica. En aguas superficiales, son indeseables ya que alteran la calidad de agua y producen efectos tóxicos sobre la vida acuática.
	Bacterias	Son los organismos más importantes en la descomposición y estabilización de la materia orgánica. Su crecimiento óptimo ocurre dentro de los intervalos de pH entre 6,5 a 7,5, generalmente no toleran pH>9,5 o pH<4,0.
	Coliformes	Es un organismo indicador de contaminación, las bacterias coliformes son bacilos gram negativos, aerobios y facultativos anaerobios, no formadores de esporas.
	Hongos	Son protistas aerobios, multicelulares, no fotosintéticos y heterotróficos. Se alimentan de materia orgánica muerta y son responsables de la descomposición de carbono. Soportan medios de bajo pH, resisten bajas temperaturas, y son importantes en los procesos de compostaje

Elaborado por: Autora, 2010

#### 2.5.4. Efectos de contaminación por aguas residuales

Las aguas residuales al ser descargadas sin ningún tratamiento previo afectan a la calidad del agua de la fuente o cuerpo receptor. De acuerdo al contaminante la afectación en el ambiente causa graves impactos como:

- **Materia Orgánica Biodegradable:** desoxigenación del agua, muerte de peces, olores indeseables.
- **Materia Suspendida:** causa turbiedad en el agua, deposita lodos.
- **Sustancias Corrosivas, cianuros, metales, fenoles:** debido a la presencia de estas sustancias, se produce una extinción de peces y vida acuática, destrucción de bacterias.
- **Microorganismos Patógenos:** hacen el agua insegura para el consumo y recreación.
- **Fósforo:** puede estimular el crecimiento de algas.
- **Nutrientes (C,N,P):** producen el incremento de la vida acuática indeseable.

#### 2.5.5. Muestreo de las aguas residuales

Para realizar una caracterización de aguas residuales es necesario emplear técnicas de muestreo que aseguren la obtención de datos reales de lo que se requiere analizar; la toma de la muestra se debe considerar: las variaciones de caudal<sup>8</sup>, el sitio de muestreo, período de muestreo y costos.

---

<sup>8</sup> **Caudal:** Volumen de agua que pasa por un determinada área en un tiempo dado

A continuación en la Tabla N° 2.10., se identifican los tipos de muestra que se pueden realizar para la evaluación de calidad de las aguas:

**Tabla N° 2.10. Métodos de muestreo de aguas residuales**

TIPO DE MUESTRA	UTILIDAD
<b>Muestra Simple</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuando el flujo de agua residual no es continuo.</li> <li>✓ Cuando la descarga de contaminantes es intermitente</li> <li>✓ Cuando las características del residuo son constantes.</li> <li>✓ Cuando se va analizar: cloro residual, temperatura, pH, alcalinidad y acidez, coliformes, grasas y aceites.</li> </ul>
<b>Muestra Compuesta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuando existe variaciones de caudal</li> <li>✓ Cuando las características del agua residual no son constantes</li> </ul>
<b>Muestra Integrada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para caracterizar el caudal de un río</li> <li>✓ Para tratamientos combinados para diferentes corrientes de aguas residuales</li> <li>✓ Para el cálculo de las cargas (kg/d) de las sustancias contaminantes en una corriente de agua</li> </ul>

Elaborado por: Autora, 2010

### **Procedimiento para la toma de muestras:**

Un protocolo de muestreo, se requiere los siguientes materiales: guantes, un termómetro, garrafas plásticas, una hielera y un recipiente esterilizado. El procedimiento del muestreo de las aguas residuales deberán seguirse las recomendaciones siguientes:

- La persona a realizar el muestreo deberá protegerse adecuadamente.
- Debe tomarse donde estén bien mezcladas las aguas residuales y de fácil acceso, como puntos de mayor turbulencia, caída libre desde una tubería o justamente en la entrada de una tubería.
- Deben excluirse las partículas grandes; es decir, mayores de 6 milímetros.
- Las muestras deben examinarse tan pronto sea posible, ya que la descomposición bacteriana continúa en el frasco de la muestra.
- Tomar la temperatura del agua de donde se tomo la muestra.
- Identificar muestra, anotar datos de la muestra y colocarlo en hielera (seguir un protocolo de custodia). (PROARCA/SIGMA, 2004; Pág. 5).

### 2.5.6. Medición de caudales

La medición de caudal del efluente que se entrega a una Planta de Tratamiento de Aguas (PTAR), o a la red de alcantarillado, corriente de agua; es esencial para mantener un registro de caudal para cálculos de balance de masa desde el principio a fin de la planta, realizar estudios sobre el consumo de agua y proveer costos de tratamiento de aguas.

Se pueden utilizar vertederos planos y medidores de régimen crítico (Canaleta Parshall<sup>9</sup>). Estas estructuras tienen una relación geométrica entre la profundidad del flujo (altura) y el caudal; la profundidad se mide con una regla o una escala hidrométrica, el resultado se coloca en una fórmula que describe la relación caudal/altura.

El método más empleado para la medición de caudales es:

#### - Método de cubo y cronómetro

Se utiliza en caudales o conductos pequeños. Para este método se deben utilizar recipientes que permitan volúmenes y tiempos de llenado razonables, para ello se debe registrar el tiempo que toma llenar un volumen conocido de agua. Se aplica la siguiente ecuación:

$$Q = v / t$$

(2.7)

#### Donde:

Q = Caudal (ltrs/s)

v = Volumen del cubo (ltrs)

t = Tiempo de llenado (s)

---

<sup>9</sup> **Canal Parshall:** es un aforador constituido por una sección de convergencia, una garganta y una sección de divergencia. Las paredes del dispositivo son transparentes para permitir la observación del flujo.

La determinación del caudal debe efectuarse por lo menos en 3 jornadas de medición horaria durante 24 horas del día, esto con el fin de determinar los caudales medio y máximo representativos. Los caudales deben relacionarse con la población de aporte de cada descarga. (IBIDEM).

### 2.5.7. Tratamiento de aguas residuales

Un sistema de tratamiento de aguas, tiene como finalidad la remoción de los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua residual. En una planta de tratamiento típica, el agua circula por una serie de procesos, físicos, químicos y biológicos que permiten reducir una carga contaminante específica (Esquema N°2.3). A continuación se detalla cada una de las etapas de tratamiento de aguas residuales:

#### a) Pre – tratamiento

En la etapa de pre – tratamiento, se prepara las condiciones del agua residual para ser sometido a otros procesos de tratamiento. El objetivo principal de esta etapa, es la remoción del material flotante, arena y manchas de aceite que inhiben el material biológico y generan el deterioro de las instalaciones.

Las operaciones unitarias que se efectúan en el pre – tratamiento son: cribado, remoción de arena, homogenización y separación de grasas. A continuación se detallan cada una de estas.

- **Cribado:** se utiliza para la separación del material grueso en suspensión, mediante el paso de ella por una criba o rejilla. Las cribas según el tamaño de abertura pueden ser gruesas (> 0,64 cm.) o finas (< 0,64 cm.); y de acuerdo al método de limpieza pueden ser manual o mecánica.
- **Remoción de arena:** se utilizan desarenadores para remover arena, grava, partículas u otro material sólido pesado. Los desarenadores protegen las instalaciones de la PTAR, del desgaste anormal y reducen la formación de depósitos pesados en tuberías, canales y conductos.

- **Homogenización:** este proceso es utilizado para controlar las variaciones de caudal, estabilizar en pH, uniformizar la carga de sólidos sobre el sedimentador secundario y mejorar el espesamiento de lodos.

## b) Tratamiento primario

Se refiere a la remoción parcial de sólidos suspendidos, materia orgánica u organismos patógenos, mediante sedimentación u otro medio. En el tratamiento primario se utilizan procesos químicos (neutralización y coagulación) y físicos (flotación, sedimentación primaria y filtración). A continuación se detallan cada una de estas:

- **Neutralización:** generalmente requiere la adición de un ácido para obtener un rango de pH cercano a 7.0, se usa para proteger fuentes receptoras de descargas alcalinas o ácidas fuertes y para controlar la corrosión de las instalaciones.
- **Coagulación:** se utilizan coagulantes químicos (sulfato de aluminio, cloruro férrico, entre los más utilizados) para promover la agregación partículas con velocidades de sedimentación bajas.
- **Flotación:** se utiliza para separar las emulsiones y las partículas sólidas presentes en una fase líquida, mediante aireación. Se emplea cuando las velocidades de sedimentación de las partículas son bajas y no se pueden eliminar por decantación.

## c) Tratamiento secundario

El objetivo principal de esta etapa es la remoción de DBO<sup>10</sup> soluble y sólidos suspendidos. Este tratamiento degrada los compuestos orgánicos en compuestos no contaminantes como H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y biomasa (fangos). El efluente final debe estar bien oxigenado, estabilizado en tal forma que no represente alimento para bacterias aerobias del medio acuático. Los procesos utilizados en el tratamiento secundario son: Lodos activados, laguna anaerobia, filtro percolador, laguna aireada, lagunas, contactor biológico y filtro percolador.

---

<sup>10</sup> **DBO:** Demanda Bioquímica de Oxígeno.



#### d) Tratamiento terciario

Se utiliza para la remoción de nutrientes que favorecen o dan lugar a procesos de eutroficación<sup>11</sup>; además mejora la calidad del efluente con el fin de adecuar el agua para su reúso. (Romero, 1999; Pág. 131).

#### e) Desinfección

Este proceso se realiza en el efluente de las PTAR, cuando éste último pueda crear peligros de salud en las comunidades aguas abajo de las descargas. Los procesos a considerar de desinfección pueden ser: ultravioleta y cloración. El método de cloración es el más usado; las dosis que normalmente se requieren se identifican en la siguiente tabla: (Romero, 1999; Pág. 1148)

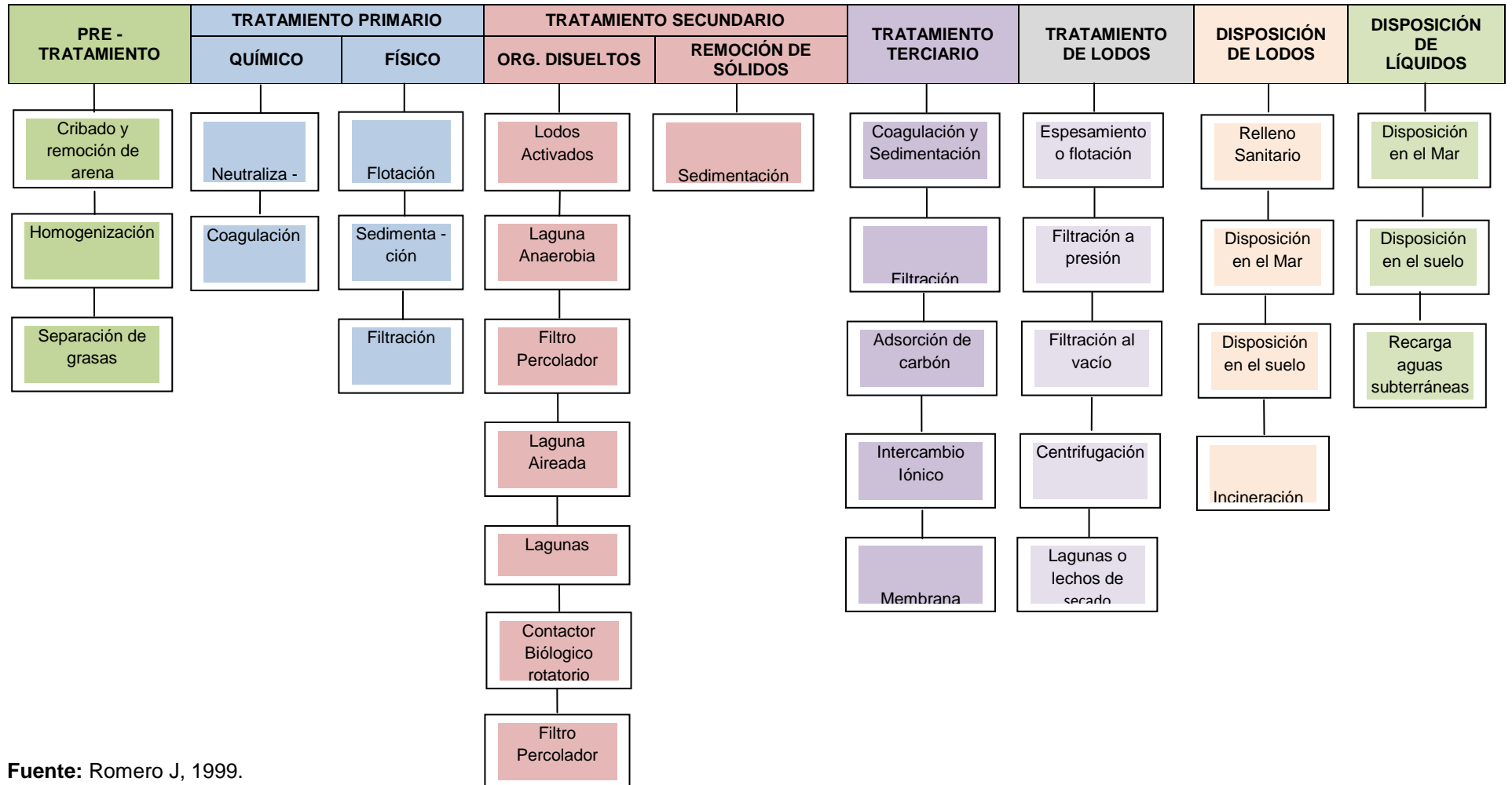
**Tabla N° 2.11. Dosis de cloro para desinfección normal de aguas residuales domésticas**

ETAPA DE TRATAMIENTO	DOSIS DE CLORO (mg/L)
Prefloración	20 – 25
Agua residual no tratada, dependiendo de la edad.	6 – 15 fresca 12 – 30 séptica
Efluente primario	8 – 20
Efluente de filtro percolador	3 – 15
Efluente de lodos activados	2 – 8
Efluente de filtros de arena	1 – 6

**Fuente:** Romero J, 1999.

<sup>11</sup> **Eutroficación:** enriquecimiento de aguas naturales por compuestos de nitrógeno y fósforo

Esquema N° 2.3. Etapas de Tratamiento de Aguas Residuales



Fuente: Romero J, 1999.

### **2.5.8. Lodos procedentes de una PTAR**

Los volúmenes de lodo, son producidos en los tanques de sedimentación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Los lodos son líquidos con concentraciones de sólidos que van desde (0,5 – 10 %), es decir están constituidos mayoritariamente por agua. Sus características varían mucho dependiendo de su origen, su edad, del tipo de proceso del cual provienen y de la fuente original de los mismos.

Los lodos que se producen en los procesos de tratamiento de aguas residuales son:

- Lodo primario proveniente de la sedimentación de aguas residuales
- Lodo secundario proveniente del tratamiento biológico de aguas residuales
- Lodos provenientes de la coagulación y sedimentación de aguas residuales
- Lodos provenientes de plantas de ablandamiento
- Lodos provenientes de desarenadores y rejillas.

#### **2.1.1. Métodos de tratamiento de lodos**

Los métodos de tratamiento de lodos cumplen con la función de:

- Separar el material sólido mediante técnicas de sedimentación, flotación, cribado o filtración.
- Espesamiento de los sólidos separados para aumentar su concentración y reducir el volumen total.
- Mediante la estabilización, se elimina los microorganismos patógenos presentes en el lodo crudo.
- Reducir el contenido de agua del lodo, al menos de un 85%.
- Seleccionar la alternativa más viable para la disposición final de este residuo.

En el siguiente esquema se presentan los métodos utilizados para el tratamiento de lodos:

#### Esquema N° 2.4. Métodos utilizados para el tratamiento de lodos



Fuente: Romero, J. 1999.

#### a) Deshidratación de lodos

Este proceso consiste en la eliminación de agua presente en el lodo residual. La pérdida de agua de un lodo puede ocurrir en forma natural por acción de la gravedad o en forma artificial por aumento de la gravedad o presión externa. En la siguiente tabla se puede observar las tecnologías de deshidratación que pueden ser implementadas:

Tabla N° 2.12. Mecanismos de deshidratación de lodos

DESHIDRATACIÓN	MECANISMO	TECNOLOGÍA
	Natural	Espesadores Lechos de Secado
Artificial	Centrifugas Filtros de banda Filtros prensa Filtros de vacío	

Fuente: Martínez, 2007.

De las técnicas mencionadas anteriormente, los lechos de secado constituyen uno de los métodos más usados en plantas pequeñas para la deshidratación de lodos; por lo tanto se hará una breve descripción de este:

- **Lechos de Secado:**

El lecho típico de arena para secado de lodos es un lecho rectangular poco profundo, con fondos porosos colocados sobre un sistema de drenaje. Se utiliza grava, piedra partida o cantos rodados recubiertos por una capa de arena de 20 a 30 cm. El desaguado se efectúa mediante drenaje de las capas inferiores y evaporación de la superficie por acción del sol del viento. Para el diseño de lechos de secado es muy importante considerar las condiciones climáticas, las características del lodo, la ubicación del terreno y el pre - tratamiento de los lodos.

**b) Compostaje de lodos**

Así como se mencionó anteriormente (Pág. 27), el compostaje es un método muy eficiente del tratamiento de lodos y otros elementos orgánicos. Los métodos de compostaje de lodo, básicamente incluyen las siguientes operaciones básicas:

- Mezclado del material llenante con lodo
- Descomposición microbial del material orgánico
- Clasificación o tamizado del material
- Recirculación del material grueso
- Almacenamiento y comercialización

**2.5.9. Disposición de efluentes**

Las aguas residuales pueden disponerse de diferentes maneras: en el mar, sobre el suelo, en el subsuelo o se reutilizan; pero el método más común de

disposición de efluentes es la descarga sobre un río, a través del sistema de alcantarillado<sup>12</sup>. (Romero et al., 1999; Pág. 955).

Por lo dicho anteriormente, es importante controlar los estándares de calidad del agua; para esto, el Ministerio del Ambiente en el Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria establece los parámetros de descarga de efluentes a un cuerpo receptor. A continuación en la siguiente tabla se establecen los parámetros básicos de cumplimiento a la normativa ambiental.

**Tabla N° 2.13. Parámetros básicos de descarga de efluentes a un cuerpo receptor**

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Arsénico total	As	mg/l	0.1
Cadmio	Cd	mg/l	0.02
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO <sub>5</sub>	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	250
Mercurio Total	Hq	mg/l	0.005
Nitratos + Nitritos	N	mg/l	10.0
Nitrógeno Total	N	mg/l	15.0
Potencial de Hidrogeno	pH		5 – 9
Plomo	Pb	mg/l	0.2
Sólidos Totales		mg/l	1.600
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	mg/l	1.000
Sulfuros	S	mg/l	0.5
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH infrarrojo	mg/l	20.0
Índice de Coliformes Fecales	Nmp/100 ml	mg/l	<sup>8</sup> Remoción > al 99,9 %

**Fuente:** TULSMA, 2002.

<sup>12</sup> **Alcantarillado:** red de tuberías y estructuras asociadas con ellas, que llevan las aguas residuales y/o pluviales a una estación de depuración o a un lugar de descarga.

## CAPITULO III

### 3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE REFERENCIA

#### 3.1. Regulaciones ambientales de la República del Ecuador

La realización del presente Plan de Manejo de Desechos (PMD), para el Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, se respaldará en el cumplimiento de la Normativa Ambiental Vigente en el Ecuador y se articulará a las disposiciones locales de los Gobiernos Autónomos descentralizados de la zona. A continuación se hace una breve descripción de éstas.

- **Constitución de la República del Ecuador:**

Entre las especificaciones, más importantes relacionadas con la temática ambiental pueden citarse: los artículos 14 y 66 numeral 27 en los cuales se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, o *sumak kawsay*.

En el artículo 264 numeral 2 y 4, se establece que los Gobiernos Municipales del Estado Ecuatoriano tienen como competencias exclusivas: ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón y prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental.

El artículo 396, determina que el Estado adoptará las políticas, medidas y sanciones oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas, para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas.

## - Ley Orgánica de Salud

Art. 1. La Ley de Salud tiene como finalidad regular las acciones que permitan efectivizar el derecho universal a la salud consagrado en la Constitución Política de la República y la ley.

Art. 99. La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los municipios del país, emitirá los reglamentos, normas y procedimientos técnicos de cumplimiento obligatorio para el manejo adecuado de los desechos infecciosos que generen los establecimientos de servicios de salud, públicos o privados, ambulatorio o de internación, veterinaria y estética.

Art.100. La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

Art. 103. Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

Los desechos infecciones, especiales, tóxicos y peligrosos para la salud, deben ser tratados técnicamente previo a su eliminación y el depósito final se realizará en los sitios especiales establecidos para el efecto por los municipios del país.



### - **Ley de Gestión Ambiental**

En la presente ley, se establece los principios y directrices de política ambiental, además considera y regula la participación de sectores públicos y privados en áreas relacionadas al ambiente. Para su cumplimiento se citan algunas de las principales disposiciones:

Conforme al artículo 8, se establece que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado. El Ministerio del ramo, contará con los organismos técnico-administrativos de apoyo, asesoría y ejecución, necesarios para la aplicación de las políticas ambientales, dictadas por el Presidente de la República.

El artículo 22, establece que los sistemas de manejo ambiental en los contratos que requieran estudios de impacto ambiental y en las actividades para las que se hubiere otorgado licencia ambiental, podrán ser evaluados en cualquier momento, a solicitud del Ministerio del ramo o de las personas afectadas. La evaluación del cumplimiento de los planes de manejo ambiental aprobados se realizará mediante la auditoría ambiental, practicada por consultores previamente calificados por el Ministerio del ramo, a fin de establecer los correctivos que deban hacerse.

### - **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental**

En el artículo 12, se estipula que serán considerados como fuentes potenciales de contaminación del aire: Las artificiales, originadas por el desarrollo tecnológico y la acción del hombre, tales como fábricas, calderas, generadores de vapor, talleres, plantas, termoeléctricas, refinerías de petróleo, plantas químicas, aeronaves, automotores y similares, la incineración, quema a cielo abierto de basuras y residuos, la explotación de materiales de construcción y otras actividades que produzcan o puedan producir contaminación; y las

naturales, ocasionadas por fenómenos naturales, tales como erupciones, precipitaciones, sismos, sequías, deslizamientos de tierra y otros.

En el Capítulo VI de la presente ley, se establece normas generales para la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas. En el artículo 16, se estipula que queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna y a las propiedades.

- **Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).**

Permite identificar las políticas y estrategias específicas y guías necesarias a fin de asegurar por parte de todos una adecuada gestión ambiental permanente, dirigida a alcanzar el desarrollo sustentable. El Texto Unificado contempla el siguiente contenido:

- Libro I: De la Autoridad Ambiental
- Libro II: De la Gestión Ambiental
- Libro III: Del Régimen Forestal
- Libro IV: De la Biodiversidad
- Libro V: De la Gestión de los Recursos Costeros
- Libro VI: De la Calidad Ambiental
- Libro IX: Del Sistema de Derechos o Tasas por los Servicios que Presta El Ministerio del Ambiente y por el Uso y Aprovechamiento de Bienes Nacionales que se Encuentren Bajo su Cargo y Protección.
- Libro VI de la Calidad Ambiental, en donde se dan las directrices nacionales sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a través del reglamento denominado Sistema Único de Manejo Ambiental

SUMA, establece las Normas de Calidad Ambiental para los siguientes propósitos:

- Anexo 1: norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua
- Anexo 2: norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.
- Anexo 3: norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión
- Anexo 4: norma de calidad del aire ambiente.
- Anexo 5: límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones.
- Anexo 6: norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.
- Anexo 7: listados nacionales de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador.

- **Ordenanza para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y la Protección de los Recursos Naturales en el Cantón Gonzalo Pizarro.**

Esta norma regula los mecanismos para la prevención y control de la contaminación ambiental generada, principalmente, por las actividades minera, hidrocarburífera e hidroeléctrica asentadas en su jurisdicción, para lo cual, reconoce como ente de control al Departamento Municipal de Desarrollo Sustentable DMDS, a través de la Jefatura de Gestión Ambiental.

- **Ordenanza que Reglamenta la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Cantón Gonzalo Pizarro**

En la presente ordenanza, establece los procesos de gestión municipal para evitar la contaminación, mejorar las condiciones de vida y preservar la salud de los habitantes del Cantón.

- **Ordenanza que Regula la Recolección y Disposición Final de Residuos Sólidos en el Cantón El Chaco**

La Presente Ordenanza se establece los lineamientos necesarios para el adecuado manejo de desechos sólidos generados en el Cantón; los mismos que tienen que ver con prácticas de clasificación, recolección y manipulación de tales desechos, así como también se establece las sanciones y la tasa por el servicio de recolección y aseo.

### **3.2. Principios de la Política Ambiental Internacional**

A continuación se describen los principios básicos de la Política Ambiental Internacional firmados en la Agenda 21 de la Organización de las Naciones Unidas:

- **Principio de reducción en la fuente**

Implica que se debe minimizar la generación y volumen de los residuos tanto en cantidad (volumen) como en su potencial de causar la contaminación al ambiente, entre otros, utilizando diseños adecuados de procesos y productos.

- **Principio de precaución**

Plantea la necesidad de adoptar medidas preventivas, considerando los costos y beneficios de la acción o inacción, cuando exista evidencia científica, aún limitada, para sospechar que la liberación al ambiente de una sustancia, residuo o energía, pueden causar daños a la salud o al ambiente.

- **Principio de proximidad**

Mediante el cual se busca que el acopio, tratamiento o disposición final de los residuos tengan lugar tan cerca de la fuente generadora como sea posible y que sea técnica y económicamente factible y ecológicamente recomendable.

- **Principio del que contamina paga**

Hace responsable de remediar las consecuencias de la contaminación a quien la produzca.

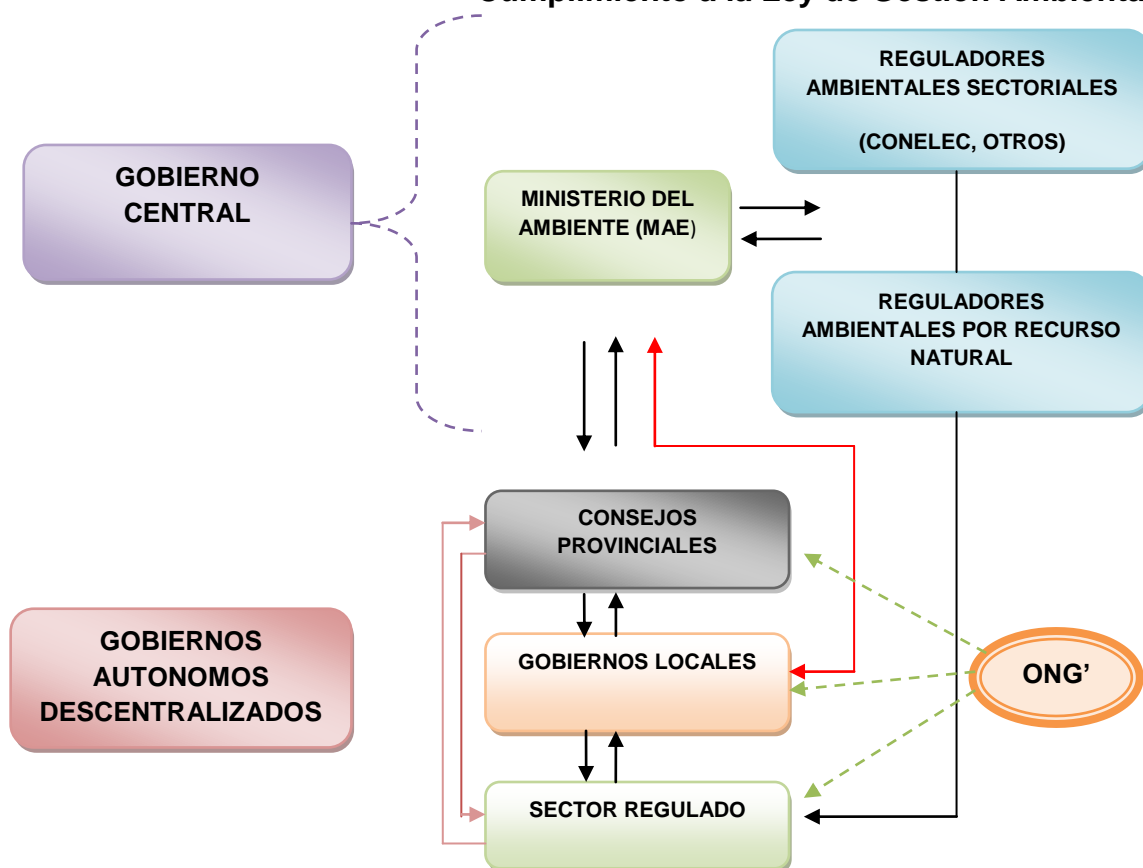
- **Principio de participación pública**

Demanda asegurarse que al diseñar e instrumentar los sistemas de manejo integral de residuos se informe e involucre al público.

### 3.3. Instituciones y organismos reguladores

El Marco Institucional en materia de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental consta de los siguientes estamentos:

**Esquema N° 3.5. Instituciones y Organismos Reguladores de Cumplimiento a la Ley de Gestión Ambiental**



**Fuente:** Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

Para cumplir las competencias dispuestas en la Ley de Gestión Ambiental, el Ministerio del Ambiente (MAE) ejercerá la Autoridad Ambiental Nacional y tendrá el rol rector, coordinador y regulador del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental .

A continuación se presenta un resumen de las principales instituciones reguladoras y de control aplicables en las actividades desarrolladas por la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.

### **3.3.1. Ministerio del ambiente**

Ejerce la Autoridad Ambiental Nacional. Actúa como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. Sus funciones están encaminadas a:

- ✓ Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes.
- ✓ Definir un sistema de control y seguimiento de las normas y parámetros establecidos y del régimen de permisos y licencias sobre actividades potencialmente contaminantes.
- ✓ Dirimir los conflictos de competencia que se susciten entre los organismos integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, la resolución que se dicte al respecto causará ejecutoría.

### **3.3.2. Consejo nacional de electricidad (CONELEC)**

El Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), regula, controla, planifica y desarrolla las políticas energéticas para el sector eléctrico del Ecuador. CONELEC tiene las siguientes funciones y deberes de acuerdo a la ley:

- ✓ Regular el sector eléctrico y observar el cumplimiento de los aspectos legales, estatutos y otras normas técnicas de electrificación del país, de conformidad con las políticas energéticas nacionales
- ✓ Establecer las regulaciones, que deben ser cumplidas por los generadores, compañías de transmisión, distribuidores, el CENACE, y los clientes del Sector Eléctrico. Dichas regulaciones deben codificar aspectos tales como seguridad, protección ambiental, normas técnicas y procedimientos para conocimiento de terceras personas

### **3.3.3. Gobiernos autónomos descentralizados**

Los Gobiernos autónomos descentralizados, tendrán todas las facultades legislativas en el ámbito de sus competencias y jurisdicciones territoriales. Las juntas parroquiales tendrán facultades reglamentarias según lo dispuesto en la Nueva Constitución Política del Ecuador.

#### **a) Gobiernos Provinciales**

El Consejo Provincial, además de las atribuciones previstas en la ley, promoverá y ejecutará obras de alcance provincial en vialidad, medio ambiente, riego y manejo de las cuencas y microcuencas hidrográficas de su jurisdicción.

#### **b) Gobiernos Municipales**

Los Municipios, según lo estipulado en la Constitución Política, tendrán entre sus funciones:

- ✓ Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el Cantón
- ✓ Prestar servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental.
- ✓ Crear, modificar o suprimir mediante ordenanzas, tasas y contribuciones especiales de mejoras

- ✓ Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y natural del Cantón y construir los espacios públicos para estos fines.
- ✓ Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.

### **c) Gobiernos Parroquiales Rurales**

En el ámbito de sus competencias y territorio, y en uso de sus funciones; las juntas parroquiales podrán emitir acuerdos y resoluciones. Según lo dispuesto en la Constitución Política, entre las funciones que ejercerán las juntas parroquiales están:

- ✓ Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente
- ✓ Vigilar la ejecución de obras y la calidad de los servicios públicos
- ✓ Promover la organización de los ciudadanos de las comunas, recintos, y demás asentamientos rurales, con el carácter de organizaciones territoriales de base.

#### **3.3.4. Organismos no gubernamentales (ONG's)**

Son entidades de carácter público, legalmente constituidas, sin fines de lucro y con finalidad social. Tienen como objetivo participar en temas relacionados a la protección ambiental, salud pública, derechos humanos, desarrollo económico, cultural, etc.

### **3.4. Resoluciones ejecutadas por la Autoridad Ambiental Nacional frente al Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.**

Debido a la magnitud que representa el proyecto, una de las preocupaciones más importantes es la generación de impactos ambientales, los mismos que Coca Codo Sinclair (CCS), tiene la responsabilidad de prevenirlos, mitigarlos y



compensarlos a tiempo y cumplir con lo establecido en la Normativa Ambiental Vigente en el Ecuador.

Actualmente, las resoluciones tomadas en el Ministerio del Ambiente frente al desarrollo del proyecto son:

- Emisión del Certificado de Intersección del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair con la Reserva Ecológica Cayambe – Coca y el Bosque Protector La Cascada. (14/02/08).
- Aprobación de los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. (26/06/08).
- Aprobación de los Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del proyecto de construcción y operación de la vía de acceso al embalse compensador. (9/09/08).
- Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. (15/07/09).
- Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del proyecto de construcción y operación de la vía de acceso al embalse compensador. (22/07/09).
- Licencia Ambiental a Coca Sinclair. E.P., para la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. (22/07/09).
- Licencia de Aprovechamiento Forestal Especial a la Empresa Coca Sinclair. E. P. (27/08/09).

Conforme a la resolución de Licenciamiento Ambiental, la realización del Proyecto Coca Codo Sinclair, será objeto de Auditorías Ambientales de cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental. En tal sentido, las instituciones y organismos, descritos anteriormente (Pág. 52), actuarán como ente regulador de las actividades del proyecto.

## CAPITULO IV

### 4. DESCRIPCIÓN DE LÍNEA BASE

#### 4.1. Aspectos Generales

##### 4.1.1. Situación Energética del País

El potencial hídrico que caracteriza a nuestro país, se debe a la presencia de las vertientes hídricas que nacen en la Cordillera de los Andes y desde allí, recorren el país hacia el Este y hacia el Oeste, para desembocar sus aguas en el Océano Pacífico y al Atlántico.

Según los estudios climatológicos en el país, en la Región Amazónica, existe una mayor intensidad de precipitación, lo que ha originado una concentración del 90% de agua dulce en la zona. Por tal razón y para satisfacer una de las mayores necesidades del país, se ha considerado utilizar los caudales aportantes de la zona y generar proyectos hidroeléctricos de gran escala, como lo demuestra los proyectos hidroeléctricos: Paute con 1075 MW., Marcel Laniado con 213 MW., Agoyán con 156 MW. y Pucará con 73 MW., los cuales producen alrededor del 85% de la energía hidroeléctrica del país<sup>13</sup>.

A pesar de esto, desde hace 20 años, el Ecuador viene arrastrando un déficit en generación de energía eléctrica, originado por la falta de inversiones estatales y privadas en el sector. Por tal motivo, se ha tenido que recurrir a interrupciones del servicio eléctrico, lo que ha producido un grave perjuicio en el desarrollo económico y social del país.

Con la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, el suministro eléctrico del país será de 98% hidroeléctrico y el 2% de otras fuentes<sup>14</sup>, lo que representaría un beneficio tanto económico como ambiental ya que el proyecto

---

<sup>13</sup> Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2009 - 2020

<sup>14</sup> Diario el Comercio, 27 de Abril del 2009

garantiza una disminución de las tarifas eléctricas en 0,03 USD/ kWh y una producción energética amigable con el ambiente.

#### **4.1.2. Creación del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair**

En el año de 1976, el desaparecido Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL, fue el encargado de realizar los estudios sobre la posibilidad del aprovechamiento hidroeléctrico en la cuenca hidrográfica de los ríos Quijos – Coca, ubicado en las Provincias de Napo (Cantón El Chaco) y Sucumbíos (Cantón Gonzalo Pizarro) de la República del Ecuador.

Durante los años setenta y ochenta, el INECEL instaló un campamento en la entrada a la Cascada de San Rafael, para permitir el alojamiento del personal técnico y administrativo quienes realizaban estudios físicos de la zona.

En el año de 1992, el Gobierno de ese entonces suprimió las funciones del INECEL y las instalaciones del Campamento San Rafael pasaron a la administración del Ministerio del Ambiente, quien utilizó al Campamento como punto de control para el ingreso de turistas nacionales y extranjeros a La Cascada de San Rafael, ubicada dentro de la Reserva de Biosfera Sumaco (RBS.), y considerada como un atractivo turístico por su belleza escénica natural, única en el Ecuador y el mundo.

En el 2008, el Eco. Rafael Correa Delgado Presidente de la República del Ecuador, inicio la revisión de proyectos hidroeléctricos que el INECEL había dejado en carpeta, y con el propósito de superar la crisis del sector hidroeléctrico, tomó la decisión de poner el Proyecto en marcha y lo declaró como un proyecto de prioridad nacional.

Con el reinicio del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, el Campamento San Rafael, a través de la Compañía Coca Sinclair E.P., ha sido reconstruido y repotenciado en todas sus áreas, con el objeto de que sirva como único Campamento Estratégico de control de todas las actividades constructivas y operativas del Proyecto.

Actualmente, los estudios de factibilidad del proyecto revelan que la central hidroeléctrica a construirse será de 1.500 MW de Potencia. La Empresa encargada de la construcción de tan importante obra será la Empresa China Sinohydro, en un plazo de construcción de 5 años aproximadamente. (ENTRIX, 2009).

#### 4.1.3. Ubicación del Proyecto Hidroeléctrico

Las principales obras de infraestructura y operación del Proyecto, se localizan tanto en las provincias del Napo (Cantón El Chaco) como en Sucumbíos (Cantón Gonzalo Pizarro). Estas obras principales interceptan con el Bosque Protector La Cascada, Bosque Protector de la Cuenca Media y Alta del río Tigre, y en su totalidad se encuentran dentro de la Reserva de la Biósfera Sumaco (RBS).

La zona del proyecto es accesible por carretera desde Quito, a través de la vía principal Quito – Lago Agrio, que es de primer orden, asfaltada y parte de la red vial Troncal Amazónica. (Anexo Mapas: Mapa N<sup>o</sup> 1).

#### 4.1.4. Obras e Infraestructura

Las principales obras de infraestructura del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, están constituidas por la construcción de:

- **Obra de Captación:** estará equipada con dos vertederos libres, uno principal en el cauce actual del Río Coca de 110 metros de longitud y otro secundario de 86 metros en el canal de desvío. Después de la captación existirá un desarenador, que alimentará un túnel de conducción. La estructura de conducción tendrá una longitud aproximada de 25 km y un diámetro de 9,15 m, la misma que conecta hacia el embalse compensador. (Anexo Mapas: Mapa N<sup>o</sup> 1, Hito 1).
- **Embalse Compensador:** originado por la presencia de una presa de escollera con pantalla de hormigón de 53,5 m de altura, provista con vertedero. El embalse compensador está conectado con dos tuberías de presión que llegan hacia la casa de máquinas, cada una de estas tuberías está diseñada para recibir un caudal de 139,19 m<sup>3</sup>/s, tienen

1,851 m de largo con un pozo vertical de unos 450 m; además están divididas en dos partes: la inicial revestida en hormigón con diámetro interno de 5,80 m y la terminal blindada en acero con diámetro de 5,20 m. Anexo Mapas: Mapa N<sup>o</sup> 1, Hito 2).

- **Casa de Máquinas:** contará con 8 turbinas Pelton de eje vertical acopladas con un generador de 187,5 MW cada una. El agua turbinada será devuelta al Río Coca mediante dos túneles de descarga o restitución de 643 m de longitud. (Efficacitas, 2009). Anexo Mapas: Mapa N<sup>o</sup> 1, Hito 3).

A continuación, en la siguiente tabla se presenta la ubicación de las principales obras de las de infraestructura del Proyecto.

**Tabla N<sup>o</sup> 4.14. Ubicación de las Obras de Infraestructura del Proyecto**

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	UBICACIÓN		
	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
Obra de captación	Napo	El Chaco	Gonzalo Díaz de Pineda/Santa Rosa
Túnel de Conducción	Napo	El Chaco	Gonzalo Díaz de Pineda
Embalse Compensador	Napo	El Chaco	Gonzalo Díaz de Pineda
Túnel de Presión	Napo	El Chaco	Gonzalo Díaz de Pineda
Casa de Maquinas	Napo	El Chaco	Gonzalo Díaz de Pineda
Vía de Acceso a la Ventana 2	Napo	El Chaco	Gonzalo Díaz de Pineda
Vía de Acceso a la Casa de Maquinas	Sucumbíos	Gonzalo Pizarro	El Reventador/ Gonzalo Pizarro
Vía de Acceso al Embalse Compensador	Sucumbíos/ Napo	Gonzalo Pizarro/ El Chaco	El Reventador/ Gonzalo Díaz de Pineda

**Fuente:** Efficacitas, 2009.

Para la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, además se contempla la construcción de obras complementarias como son:

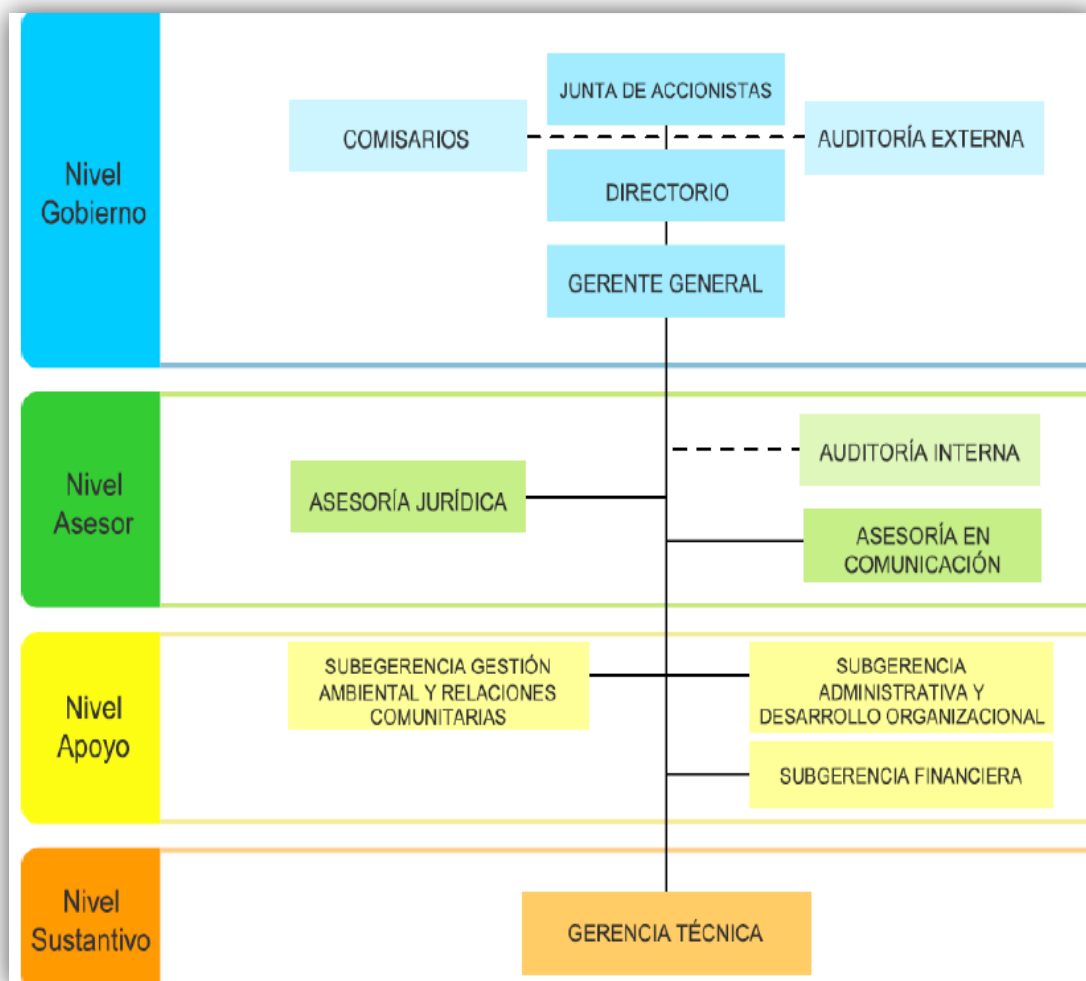
- **Patio de maniobras y líneas de transmisión:** a 500 kV de 125 km de largo hasta llegar en las cercanías de Quito.
- **Vía de acceso al embalse compensador:** construida en su totalidad de hormigón, con una longitud aproximada de 29 Km

- **Vía de acceso a la casa de máquinas:** tendrá una longitud aproximada de 19 km, teniéndose previsto la construcción de un puente sobre el río Coca.
- **Vía de acceso a la ventana 2**
- **Campamento Principal de Embalse Compensador:** se contempla la construcción de: un área de servicio que incluirá galpones y talleres, oficinas de COCASINCLAIR E.P. y de las Constructoras, viviendas para los obreros, viviendas para empleados y familias, un centro recreativo, un hospital, helipuerto y otros servicios.
- **Campamento Secundario del Salado:** funcionará como campamento base, tanto durante la construcción del campamento principal, como durante la construcción de la obra. Estará provisto de: talleres y galpones, oficinas, viviendas para obreros y empleados, casas para las familias, centro recreativo, hospital y helipuerto.
- **Campamentos de Servicio:** en la Ventana 2, se instalarán viviendas para el personal, mientras que en la plataforma frente a la casa de máquinas se instalarán edificios de servicios como talleres, galpones y oficinas. Además estará conectado con el Campamento Principal a través de un teleférico para transporte de personas y de una plataforma a cremallera para el transporte de materiales y repuestos. (Efficacitas, 2009).

#### **4.1.5. Estructura Organizacional de Coca Sinclair E.P.**

Como parte de la gestión ambiental, la Empresa Hidroeléctrica Coca Sinclair E.P., cuenta con una estructura organizacional en el que establece responsabilidades a cada departamento sobre los diversos aspectos ambientales y socioculturales que influyen en las distintas etapas de desarrollo del proyecto. (Esquema. 4.6.)

### Esquema N° 4.6. Estructura Organizacional de Coca Sinclair E.P.



Fuente: Efficacitas, 2009.

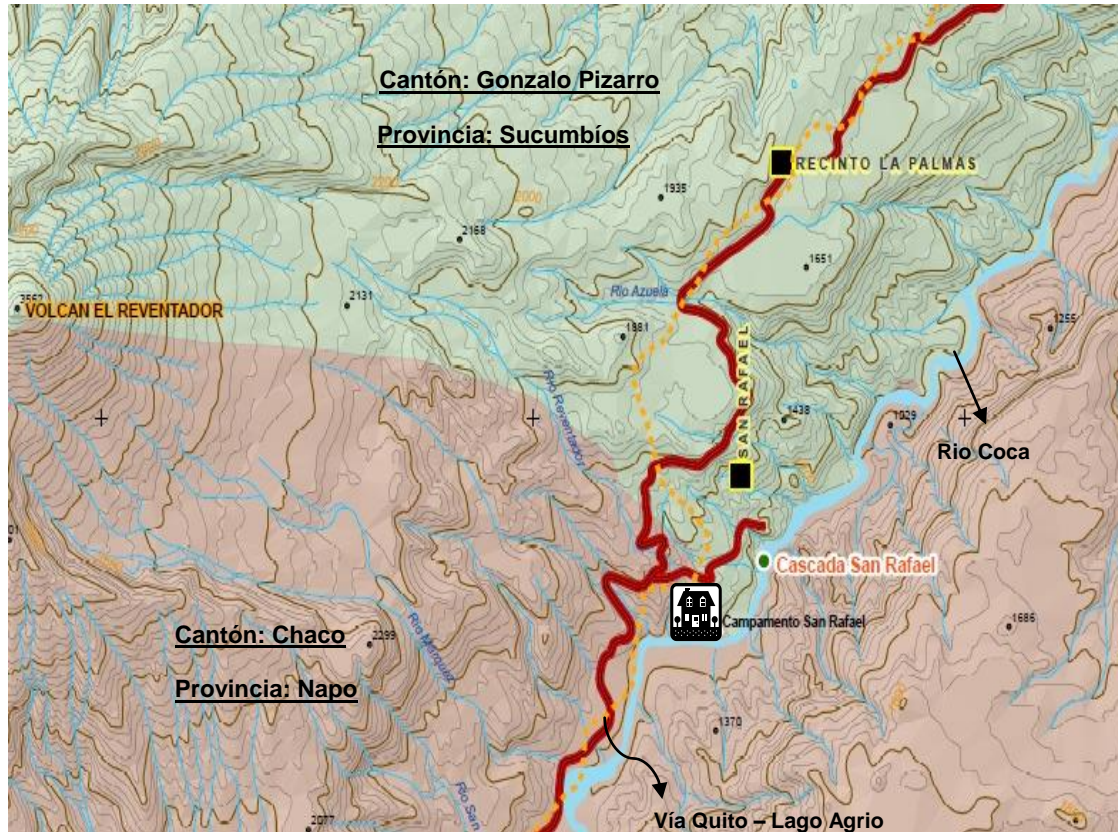
El Nivel Gobierno, junto con los niveles Asesor y Apoyo, específicamente: el Gerente General, el Asesor Jurídico y las Subgerencias de Gestión Ambiental y Administrativa, son los encargados de dictar las políticas y establecer los objetivos socio ambientales de la organización.

El Nivel Sustantivo y los mandos operativos, se encargan de viabilizar el cumplimiento del plan de manejo ambiental, las directrices establecidas por las políticas y los objetivos socio-ambientales desarrollados. El Coordinador de este sistema será el Subgerente de Gestión Ambiental y Relaciones Comunitarias.

## 4.2. Caracterización del Área de Estudio.

### 4.2.1. Ubicación Geográfica del Campamento San Rafael.

Figura N<sup>o</sup> 4.3. Zona de Ubicación del Campamento San Rafael



Fuente: Efficacitas, 2009

El Campamento de San Rafael del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, se encuentra ubicado en el Límite Provincial de Napo con Sucumbíos (Cantón El Chaco y Gonzalo Pizarro, respectivamente); tiene una extensión de 2 hectáreas. El área de estudio tiene una altura aproximada de 1300 m.s.n.m. Su ubicación en coordenadas geográficas es: latitud 00<sup>o</sup>06'00" N y longitud 77<sup>o</sup>34'45" W.

La zona en donde se localiza, es considerada de gran atracción turística ya que aquí se encuentra la cascada de San Rafael y el Volcán el Reventador que actualmente está en proceso eruptivo. Además, se caracteriza por su elevada



biodiversidad ya que se ubica dentro del Bosque Protector “La Cascada”; mismo que forma parte de la Reserva de Biósfera Sumaco.

**Foto N° 4.1. Campamento San Rafael – Área de dormitorios**



**Fuente:** Autora, 2010.

#### **4.2.2. Accesibilidad**

Las vías de acceso al Campamento San Rafael pueden ser por vía aérea y por vía terrestre Km. 100 (vía Quito – Lago Agrio). Las instalaciones citadas anteriormente, se localizan a la altura del sendero que conduce a la Cascada de San Rafael, en donde se identifica claramente la puerta de ingreso principal al campamento.

#### **4.2.3. Principales Actividades**

El Campamento de San Rafael, funciona como un campamento base de logística para el personal técnico que dirige las distintas fases de desarrollo del Proyecto; aquí se realiza las siguientes actividades:

- Administrativas: control del personal, compra de materiales y alimentos, apoyo logístico para el personal y visitantes, etc.
- Construcción: Bloques habitacionales, Bodega, espacios recreativos, etc.
- Servicio de Limpieza: limpieza habitaciones del Personal, lavado de prendas de vestir, recolección de basura, etc.
- Preparación de alimentación del personal.

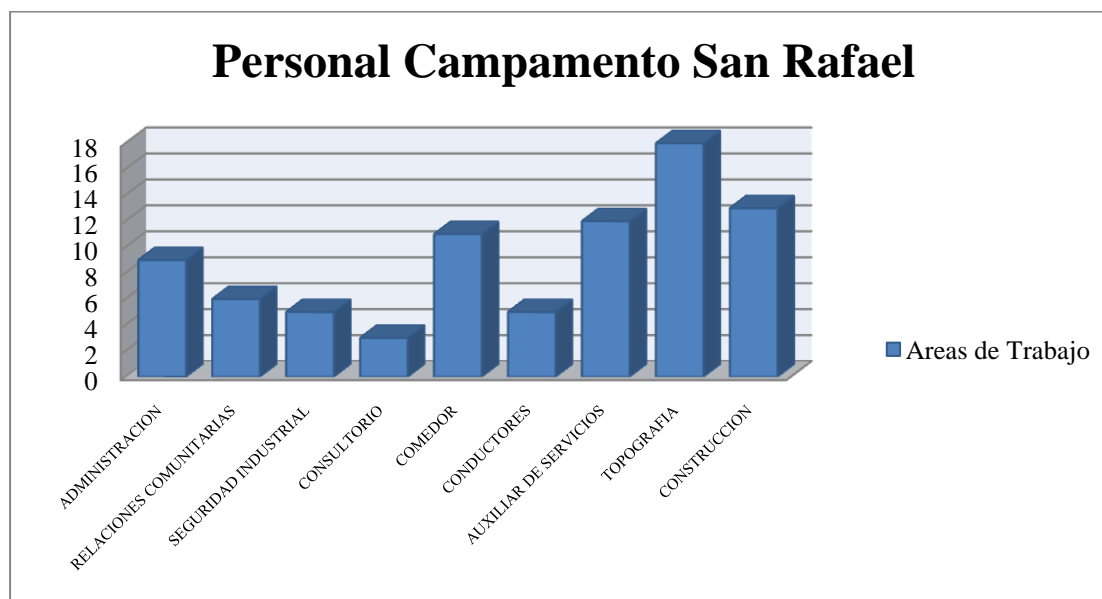
- Charlas de capacitación al personal
- Atención médica: campañas de vacunación, charlas al personal sobre higiene y salud ocupacional.
- Charlas inductivas a visitantes.
- Recreativas.

#### 4.2.4. Personal

En el Campamento de San Rafael, actualmente laboran 81 personas distribuidas en los siguientes frentes de trabajo: Administración, Relaciones Comunitarias, Seguridad Industrial, Topografía, Centro Médico, Construcción de Obras Campamento, Auxiliares de Servicio, Conductores, Comedor.

En el siguiente gráfico se presenta el número de personal registrado en el mes de Agosto y distribuido en según su frente de trabajo.

**Gráfico N° 4.1. Personal Campamento San Rafael – Mes de Agosto del 2010**



Elaborado por: Autora, 2010

Es importante mencionar que el número de personal que este número incrementará considerablemente en los próximos meses, puesto que se construirán nuevos bloques habitacionales con una capacidad de 250 personas aproximadamente.

Otro punto importante que se debe considerar es que eventualmente ingresan al Campamento personal de las Oficinas de Coca Sinclair en Quito, pasantes y técnicos; este número por lo general no supera las 10 personas en la semana.

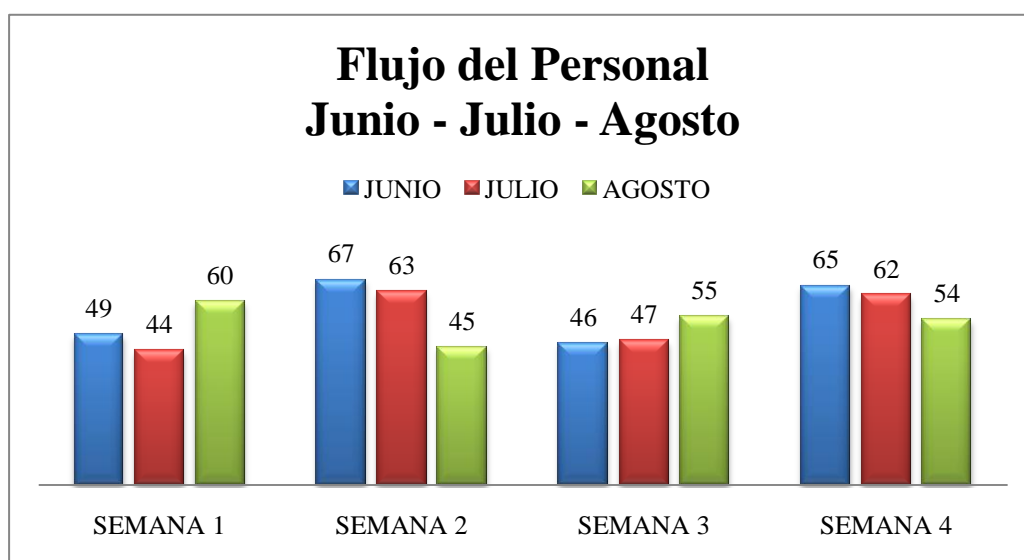
En cuanto a su lugar de residencia, tan solo el personal de servicios y construcción no residen en el campamento ya que viven en zonas aledañas.

#### 4.2.5. Horario

La jornada de trabajo que se realiza corresponde a: 10 días laborables y 4 de descanso con excepción en los auxiliares de cocina quienes trabajan 5 días y descansan 2 días, el horario de trabajo comprende desde las 7h30 a.m. hasta las 4:30 p.m.

Debido a la variación del personal en el Campamento con respecto a su horario, se elaboró el siguiente gráfico correspondiente a los meses en que se realizó el trabajo de campo.

**Gráfico N° 4.2. Flujo del personal - meses de Junio y Agosto del 2010**



Elaborado por: Autora, 2010.

#### 4.2.6. Infraestructura

El Campamento San Rafael, cuenta con un área de viviendas para alojamiento del personal con capacidad de 150 personas, baterías sanitarias, duchas, un

comedor, oficinas, dispensario médico, bodegas de insumos de materiales, bodegas de acopio de muestras geológicas de los estudios técnicos, un helipuerto, hangar, un gimnasio, piscina, lavandería, jardines, parqueadero. Las instalaciones existentes, están conformadas por piso de hormigón, paredes de bloques de cemento o de paneles prefabricados, cubierta de fibrocemento con soporte de estructura metálica, y ventanales de vidrio.

Además, existen instalaciones auxiliares en donde se localiza la planta de tratamiento de aguas residuales, la planta de tratamiento de agua potable y el generador eléctrico.

#### - **Dispensario médico**

El dispensario médico instalado en el Campamento San Rafael, está equipado con un autoclave para esterilizar los equipos de suturas, un refrigerador para almacenar vacunas, una camilla, un tanque de oxígeno, medicinas, y todos los implementos necesarios para realizar las actividades de: Consulta Externa, Suturas, medicina preventiva, Vacunación, educación y cultura de salud, dirigido hacia todo el personal.

Diariamente, en el dispensario reciben atención médica alrededor de 6 personas; entre las consultas que se realizan con mayor frecuencia se encuentran: gastroenterología, otorrinolaringología, osteomusculares y dermatología.



**Foto N° 4.2. y 4.3. Dispensario Médico**



**Fuente:** Autora, 2010

### - **Generador Eléctrico.**

El generador eléctrico instalado en el campamento, se localiza al interior de un cuarto de cemento, cuya área aproximada es de 2 m<sup>2</sup>. Se lo utiliza para cubrir los eventuales cortes del sistema eléctrico en la zona, es de modelo PEPP6 del fabricante FG WILSON ENGINEERING LTD, los datos de placa del generador eléctrico son<sup>15</sup>:

- Número de modelo: PEPP6
- Número de identificación de producto: FGWPEPP6KBA400580
- Desplazamiento del motor: 4 400
- Tipo de motor: 2 516/1 800
- Año del modelo: 2007

**Foto N<sup>o</sup> 4.4. Generador Eléctrico**



**Fuente:** Autora, 2010.

### - **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) actual, es una adecuación a las instalaciones existentes anteriormente con el Ex – INECEL. En Enero del año 2009, la Compañía Coca Sinclair E.P., contrató a la empresa

<sup>15</sup>Efficacitas. (2009): Estudio de Impacto Ambiental Definitivo del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.

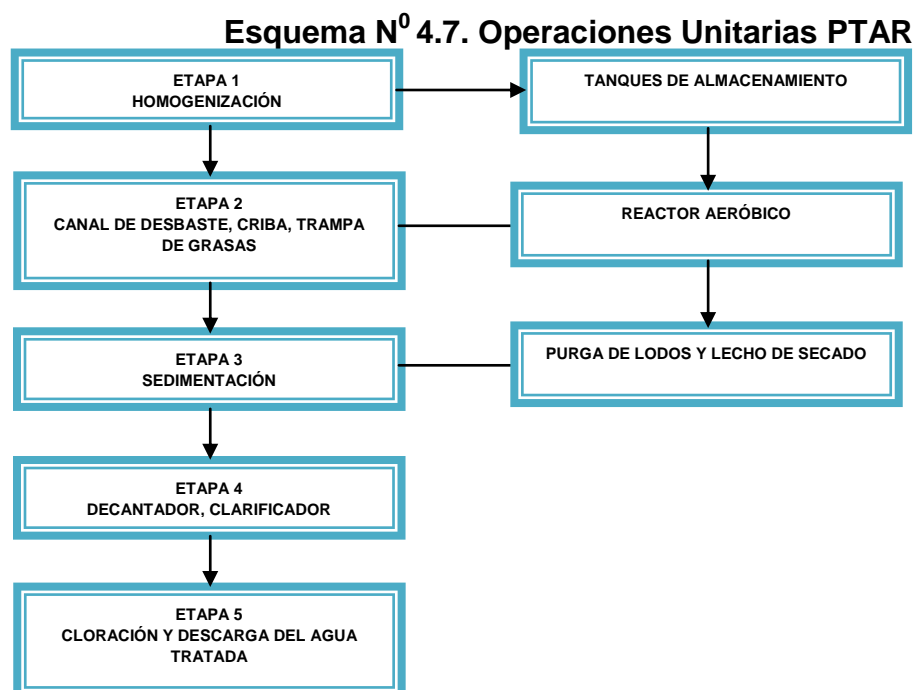
TECNOHIDRO S.C.C. para la instalación de la planta de tratamiento de agua residual y potable.

**Foto N° 4.5. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**



**Fuente:** Autora, 2010.

La PTAR, está conformada mayoritariamente por aguas de tipo doméstico proveniente de duchas, inodoro, cocina y lavamanos. El caudal de diseño de la planta según lo estipulado en el contrato de Suministro y Montaje con la empresa TECNOHIDRO es de 0.05 LPS y las operaciones unitarias que se realizan son las siguientes:





**Fuente:** TECNOHIDRO S.C.C., 2009.

A continuación en la siguiente tabla se detalla cada uno de los procesos mencionados anteriormente.

**Tabla N° 4.15. Etapas de los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales del Campamento San Rafael**

ETAPA	DESCRIPCIÓN	GRAFICO
ETAPA 1	<p>Las aguas residuales del campamento, previamente recolectadas ingresan hacia los dos tanques de almacenamiento, en donde se realiza el proceso de homogenización y sedimentación primaria. Los tanques de almacenamiento, son recipientes herméticos de polietileno interconectados herméticamente con capacidad de 2500 litros cada uno, en el segundo tanque se encuentra una bomba sumergible la cual está dirigida por un sensor de nivel calibrado para enviar las aguas residuales hacia el canal de pre-tratamiento.</p>	
ETAPA 2	<p>El agua residual bombeada en la primera etapa hacia el canal de pre-tratamiento, pasa por las rejillas de cribado en donde se retiene partículas mayores a 3/4 " hasta llegar a la trampa de grasas y descargar en la piscina de lodos activos. La Piscina está equipada con difusores de aire tipo microburbuja (12 unidades), los cuales están alimentados por aire intermitente, el aire proviene de un blower de desplazamiento positivo de 40 CFM instalado en la parte superior del reactor. El tablero de control para arranque del blower está programado para inyectar aire en 25 min y sin inyectar 8 min.</p>	
ETAPA 3	<p>El agua liviana se recoge desde el reactor aeróbico mediante una canaleta longitudinal, la cual es transportada mediante un ducto hacia la parte interna del cono sedimentador, el mismo que está equipado con módulos de sedimentación acelerada. En la parte inferior externa del sedimentador se encuentran válvulas en donde se liberan los lodos resultantes del proceso, tanto del reactor como del sedimentador al lecho de secado</p>	

<p style="text-align: center;"><b>ETAPA 4</b></p>	<p>En este proceso se afinan la extracción de lodos inertes y se ajustan las normas de descargas (DBO y DQO)</p>	
<p style="text-align: center;"><b>ETAPA 5</b></p>	<p>Después del clarificador, el agua tratada es descargada en un filtro de arena para la remoción de partículas de menor tamaño. Finalmente el agua es descargada hacia ambiente.</p>	

**Fuente:** TECNOHYDRO, 2009

#### - **Planta de Tratamiento de Agua Potable**

El sistema de tratamiento de agua potable trabaja automáticamente en función de la demanda de agua del campamento; para ello las instalaciones cuentan con el equipo y el personal técnico adecuado quienes verifican el buen funcionamiento de la planta.

#### **Foto N° 4.6 Planta de Tratamiento de Agua Potable**

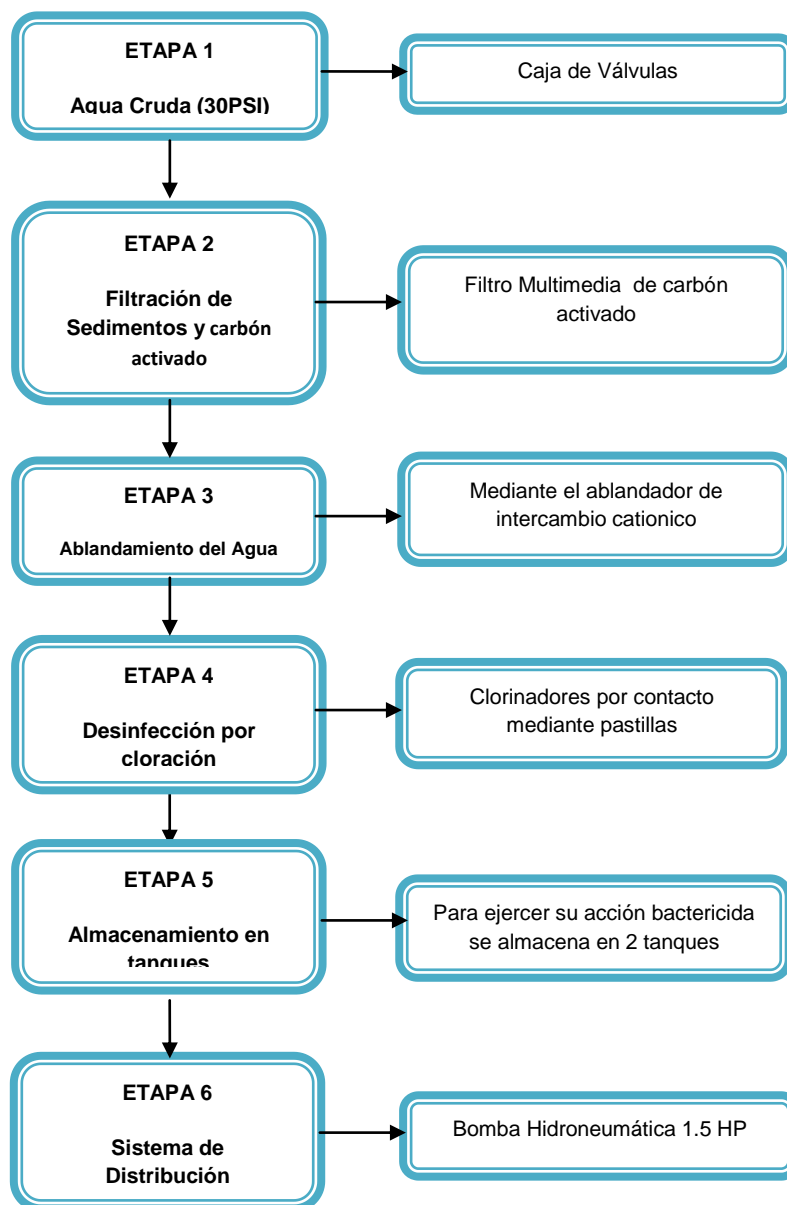


**Fuente:** Autora, 2010.



La Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), tiene una capacidad de 0.5 ltrs/s., las operaciones unitarias que se realizan constan de los siguientes procesos:

#### Esquema N° 4.8. Procesos unitarios en la PTAP.



Fuente: (TECNOHYDRO, 2009)

### 4.3. Caracterización de componentes

#### 4.3.1. Componente Abiótico

##### - Clima

Esta área se caracteriza por tener un clima ecuatorial cálido – húmedo, típico de la región amazónica en donde se encuentra.

La información meteorológica para la caracterización climática, se obtuvo de la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Estación San Rafael (M205); período (1975 – 1991).

##### - Temperatura

En la región de la cuenca del río Coca, la variación de temperatura ocurre como consecuencia de las diferencias de latitud sobre el nivel del mar. La información para obtener este parámetro se obtuvo de la estación San Rafael (M205) durante el período 1975 – 1991 (Tabla 4.16.); las temperaturas se registran en 20.3°C como máxima y 17.1°C como mínima. Actualmente debido al cambio climático las temperaturas de la zona oscilan entre 34 y 11°C, según el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.

**Tabla N° 4.16. Temperatura Media Mensual – San Rafael**

PARÁMETRO	MESES DEL AÑO												SUMA	MEDIA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
<b>MEDIA</b>	19.2	19.1	18.9	19.3	19.0	18.4	17.8	18.2	18.7	19.4	19.5	19.5	227.0	18.9
<b>MÍNIMA</b>	17.6	18.1	18.0	18.6	18.4	17.9	17.1	17.4	17.9	18.6	18.6	18.8	217.0	17.1
<b>MÁXIMA</b>	20.2	20.3	20.2	20.1	19.7	19.4	19	19.1	19.5	20.2	20.1	20.3	238.1	20.3

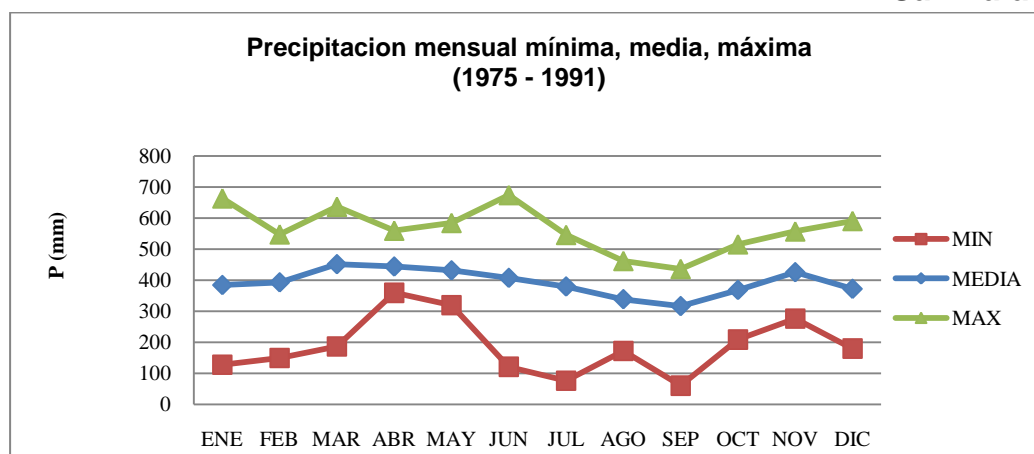
Fuente: INAMHI, Estación San Rafael (M205), año 1975 – 1991. Elaborado por: Autora, 2010

##### - Precipitación

La zona de estudio no presenta meses secos, sin embargo en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre se registran meses con menor precipitación.

La precipitación media anual de la zona oscila entre 3 500 a 6 000 mm/año

**Gráfico N° 4.3. Precipitación mensual media, máxima y mínima – San Rafael**



Fuente: INAMHI, Estación San Rafael (M205), año 1975 – 1991.

Elaborado por: Autora, 2010

#### - Humedad Relativa

En toda el área la humedad relativa es alta, con valores medios anuales superiores al 80%. La evaporación anual, presenta una media de 1 000 mm/año. En la siguiente tabla se presenta los datos correspondientes a la humedad relativa para el campamento San Rafael.

**Tabla N° 4.17. Humedad Relativa media mensual**

PARÁMETRO	MESES DEL AÑO												MEDIA
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
MEDIA	87	88	92	91	91	92	91	89	88	88	88	88	89
MINIMA	85	85	88	88	89	89	88	86	87	85	85	84	84
MÁXIMA	93	92	97	98	95	95	97	93	91	93	91	90	98

Fuente: INAMHI, Estación San Rafael (M205), año 1975 – 1991. Elaborado por: Autora, 2010

#### - Geología y geomorfología.

En la zona de estudio predomina el relieve volcánico del Volcán Reventador, de 3 500 m de altura y actualmente en proceso eruptivo; este relieve está caracterizado por las acumulaciones de lahares, avalanchas de escombros y

coladas de lava, con laderas de formas abruptas, con poco desarrollo de suelos residuales; el drenaje presenta un patrón radial alrededor del macizo volcánico.

El sismo de marzo de 1987 sumado a las fuertes lluvias, causó un sinnúmero de derrumbes y deslizamientos generalmente superficiales en el sector de San Rafael, arrasando las laderas del volcán y anegando el valle con sedimentos tipo avalancha lahárica; fruto de este evento se formó la cascada de San Rafael. (Efficacitas, 2009).

#### - **Vulcanología:**

Como se dijo anteriormente, el Campamento tiene como su principal elevación el Volcán El Reventador que actualmente se encuentra en proceso eruptivo. El riesgo vulcanológico en la zona, según los estudios geovulcanológicos realizados durante la fase de Factibilidad del Proyecto (1986 – 1988), se lo considera despreciable; sin embargo se debe tomar en cuenta que los flujos de lodo, movilización de materiales inestables saturados desde las vertientes del edificio volcánico a causa de terremotos o intensas lluvias, como los que ocurrieron a consecuencia del sismo del 5 de marzo de 1987, representan un peligro para las obras ubicadas en las proximidades del volcán, y en especial afectarán a las vías e instalaciones que dan servicio al proyecto, localizadas en la margen izquierda del río Coca. (Efficacitas, 2009).

#### **Foto N<sup>o</sup> 4.7. Actividad del Volcán El Reventador**



**Fuente:** Autora, 2010

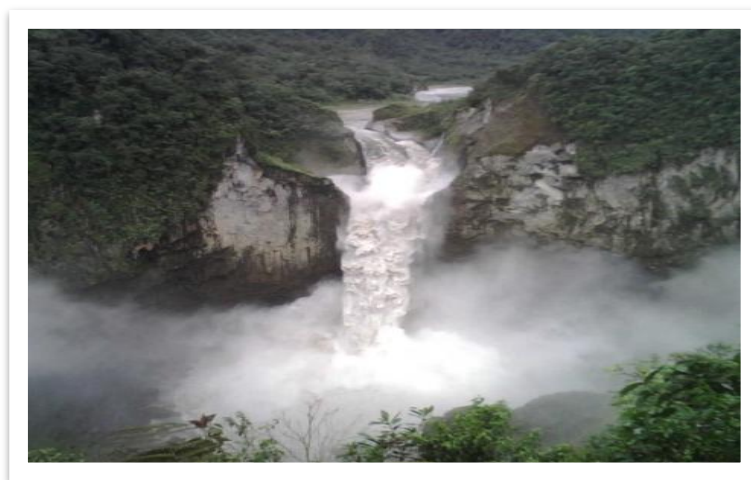
### - **Sismología:**

Cuando se realizaban los Estudios de Factibilidad del Proyecto, en marzo de 1987, se registró un sismo que provocó avalanchas del volcán Reventador en el sector de San Rafael, con pérdida de vidas humanas, equipos y obras de infraestructura. A partir de ese entonces, se reconoció la existencia de una densa red de fallamiento, de edad muy reciente, que afecta a toda el área del proyecto. (Efficacitas, 2009).

### - **Hidrografía**

La cuenca hidrográfica de estudio comprende la unión del Río Quijos cuyo origen lo constituyen los deshielos de las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes y el Río Salado que recibe los afluentes de pequeños ríos y vertientes del Cantón el Chaco para formar el Río Coca. En la cuenca del Río Coca, se observa la formación de la impresionante Cascada de San Rafael.

**Foto N<sup>o</sup> 4.8. Cascada de San Rafael**



**Fuente:** Autora, 2010.

### - Uso del suelo y cobertura vegetal

El uso del suelo identifica y caracteriza el estado actual y pasado del paisaje; refleja la dinámica social en cuanto al aprovechamiento del medio natural por parte del hombre.

En el cantón El Chaco se han identificado los siguientes usos del suelo:

**Tabla N° 4.18. Usos de suelo del Cantón El Chaco**

USO DEL SUELO CANTÓN	% DE USO
AGRÍCOLA.	9.30 %
BOSQUES INTERVENIDOS.	4.20 %
ÁREAS NO INTERVENIDAS – RESERVAS CAYAMBE COCA – PARQUE NACIONAL SUMACO NAPO GALERAS – BOSQUE PROTECTOR LA CASCADA.	85.70 %

Fuente: Municipio del Chaco, 2006.

### 4.3.2. Componente Biótico

La zona de estudio, posee las siguientes zonas de vida: bosque húmedo pre montano de acuerdo a Cañadas (1983), y a las formaciones vegetales Bosque siempre verde pie montano y Bosque siempre verde montado bajo según Sierra et al. (1999). Estas zonas de vida se encuentran en un rango altitudinal de 630 a 1 250 m.s.n.m. y de 1 300 a 1 700 m.s.n.m. (Efficasitas, 2009).

### - Flora

Esta zona corresponde a un bosque secundario debido a la actividad antrópica, que ha reemplazado el bosque por zonas dedicadas a la agricultura y pastoreo.

El sitio de estudio dada sus condiciones climáticas, presenta una cobertura vegetal exuberante típica de la Región Amazónica; en la Tabla 4.19., se presenta las especies más comunes en el área de estudio.

**Tabla N° 4.19. Especies florísticas comunes en el área de estudio**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CARACTERÍSTICA
Araceae	<i>Phyllodendron sp.</i>		Herbácea
Araliaceae.	<i>Schefflera sp</i>	Aralia	Leñosa - herbácea
Arecaceae	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	basanco	Palmera
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Arbusto
Begoniaceae.	<i>Begonia sp</i>	begonia	Herbácea
Bombacaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Leñoso
Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp.</i>	Clavel del aire	Herbácea
Cecropiaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Guarumo	Arbolea
Clusiaceae	<i>Vismia baccifera</i>	Carate	Arbusto
Flacourtiaceae	<i>Bannara guianensis</i>	Canfinillo, Rabo de chancho	Arbolea
Gesneriaceae.	<i>Besleria sp</i>		Herbácea, arbustiva
Gesneriaceae	<i>Columnea picta</i>		Herbácea, arbustiva
Heliconiaceae	<i>Heliconia sp.</i>	heliconia	Herbácea
Lobeliaceae	<i>Centropogon sp.</i>		Herbácea, arbustiva
Melastomataceae	<i>Miconia sp</i>		Herbácea, arbustiva
Moraceae.	<i>Ficus sp</i>		Arbolea
Orchidiaceae	<i>Masdevallia sp.</i>		Herbácea
Piperacece	<i>Piper sp.</i>		Arbolea, arbustiva
Urticaceae.	<i>Pilea sp</i>		Herbácea

Fuente: Efficacitas, 2009

## - Fauna

La zona de estudio posee una diversidad media, en la Tabla N<sup>o</sup> 4.20., se puede observar las especies más representativas:

**Tabla N<sup>o</sup> 4.20. Especies faunísticas representativas en el área de estudio.**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Falconiformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán caminero
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus sordidus</i>	Loro piquirojo
Apodiformes	Trochilidae	<i>Agelaiocercus kingi</i>	Silfo Colilargo
Passeriformes	Furnariidae	<i>Anabacerthia striaticollis</i>	Limpiafronda Montana
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pogonotriccus ophthalmicus</i>	Orejerito Carijaspeado
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Urraca Verde
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirlo Piquinegro
Passeriformes	Parulidae	<i>Dendroica fusca</i>	Reinita Pechinaranja
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja
Passeriformes	Cotingidae	<i>Rupicola peruviana</i>	Gallo de la Peña Andino
Passeriformes	Icteridae	<i>Icteridae Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola Dorsirrojo
Passeriformes	Thraupidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia Ventrinaranja
Passeriformes	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita Goliplomiza
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Raposa común
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander andersoni</i>	Raposa de cuatro ojos
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Chuchucho
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus kappleri</i>	armadillo narizón
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus variegatus</i>	perezoso de tres dedos
Primates	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	mico
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	guatuzá

Fuente: Efficacitas, 2009



### 4.3.3. Componente Socioeconómico de los Cantones Involucrados.

#### - División Política

Los cantones involucrados al Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, son los cantones de El Chaco (Napo) y Gonzalo Pizarro (Sucumbíos).

En la siguiente tabla se presenta la división política administrativa de estos dos cantones:

**Tabla N<sup>o</sup> 4.21. División Política Administrativa del Cantón El Chaco y Gonzalo Pizarro**

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	DESCRIPCIÓN
NAPO	EL CHACO (3528,50 Km <sup>2</sup> )	* El Chaco	El cantón El Chaco se integra por:  - 13 barrios - 5 Cabeceras Rurales - 16 Comunidades
		Gonzalo Díaz de Pineda	
		Linares	
		Oyacachi	
		Santa Rosa	
		Sardinas	
SUCUMBÍOS	GONZALO PIZARRO (2280 Km <sup>2</sup> )	*Lumbaqui	El cantón Gonzalo Pizarro se integra por:  - 18 Recintos - 6 Comunas
		El Reventador	
		Gonzalo Pizarro	
		Puerto Libre	

\*Cabecera Cantonal

Fuente: Municipios del Cantón El Chaco y Gonzalo Pizarro.

Elaborado por: Autora, 2010

#### - Población

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la población de las provincias de Napo y Sucumbíos según en el periodo 1990 – 2001, presenta una tasa de crecimiento demográfico de 3,01 y 4,70% respectivamente; mientras que el crecimiento de los cantones El Chaco es de 2,93 % y Gonzalo Pizarro con el 4,03%.

Según la información del VI Censo de Población y Vivienda realizado en el 2001, se ha elaborado tabla de la población existente en los dos cantones:

**Tabla N° 4.22. Población – Cantón El Chaco y Gonzalo Pizarro**

ÁREA	CANTÓN	
	EL CHACO	GONZALO PIZARRO
URBANA	3.000	1.702
RURAL	3.133	5.262
<b>TOTAL</b>	<b>6.133</b>	<b>6.964</b>

Elaboración: Autora, 2010.

La proyección de la población de los Cantones El Chaco y Gonzalo Pizarro, elaborada por el Instituto Nacional y Censos (INEC - 2001); determina que para el año 2010 la población del Cantón el Chaco se incrementará en 7.965 habitantes y el Cantón Gonzalo Pizarro se incrementará en 9.531 habitantes.

#### - **Educación**

Durante el trabajo de campo realizado por la consultora ambiental Efficacitas para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental Definitivo del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair en el año 2009; se verificó que en los dos cantones existen 55 establecimientos educativos (jardín de infantes, escuelas y colegios) con 4.630 estudiantes y 232 profesores.

#### - **Salud**

Tanto en el Cantón El Chaco como en Gonzalo Pizarro, se pueden identificar la presencia de puestos de salud en zonas rurales y subcentros de salud en las zonas urbanas; cabe mencionar que existe deficiencia en las instalaciones mencionadas ya que no cuentan con la infraestructura y equipo adecuado para dar un mejor servicio.

#### - **Actividades Económicas**

La economía de los dos cantones básicamente depende de la agricultura, la ganadería y empleo en empresas públicas y privadas, de manera especial en empresas petroleras. En la actualidad aparece el turismo, piscicultura y avicultura

como una alternativa de generar recursos, empleos y la conservación de las áreas naturales.

Entre los principales cultivos se encuentran: la naranjilla, tomate de árbol, maíz, plátano, hortalizas; mientras que en el campo ganadero la crianza de ganado bovino para la producción de leche y quesos es la actividad preponderante.

#### Foto N° 4.9. y 4.10. Actividades Económicas de la Población



Fuente: Municipio Chaco, 2006.

#### - Vías de Comunicación y Transporte

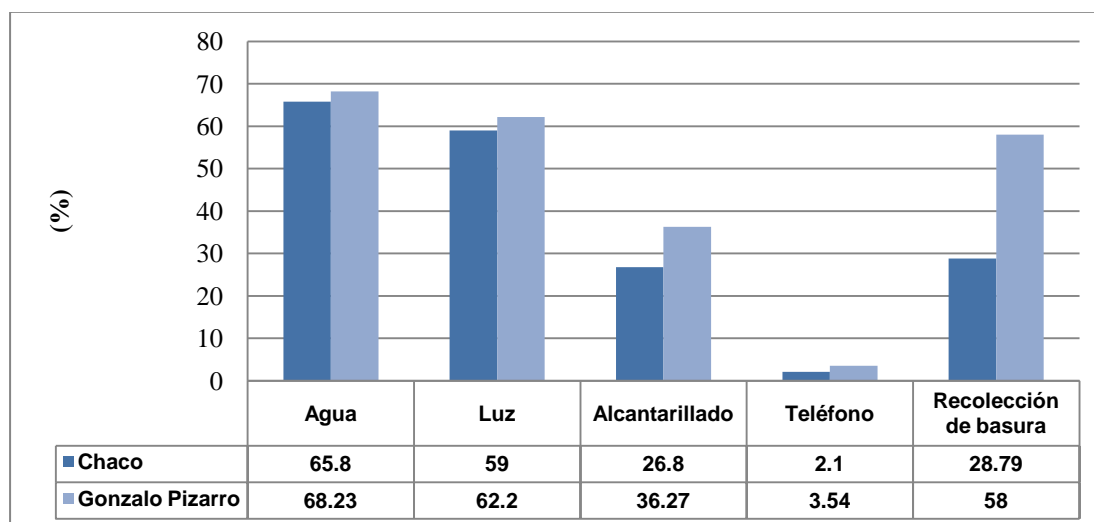
La carretera Quito – Baeza – Lago Agrio es la principal arteria de comunicación con la capital de República, otros cantones de la provincia de Napo y con la provincia de Sucumbíos. Además existen vías de tercer orden y caminos vecinales para la comunicación con las comunidades y parroquias; un aspecto importante es que la mayoría de la población vive a lo largo de las vías y junto a las riberas de los ríos.

#### - Servicios Básicos

Uno de los principales problemas que merece mayor atención en los cantones involucrados, es el de los servicios básicos ya que lamentablemente existen sectores que aún no han sido atendidos con servicios básicos como agua potable, alcantarillado, luz, teléfono, etc.

A continuación en el siguiente gráfico se identifica en porcentaje el acceso a los servicios básicos en los dos cantones:

**Gráfico N° 4.4. Disponibilidad de servicios básicos en los cantones involucrados**



**Fuente:** Municipios de Chaco – Gonzalo Pizarro.

**Elaborado por:** Autora, 2010.

El porcentaje de acceso al servicio de agua está integrado al abastecimiento de agua a través de acequias, esteros, pozos, por tubería y red pública.

#### - **Servicios e Infraestructura**

Actualmente en el Cantón el Chaco para la disposición final de desechos sólidos se utiliza el botadero de la parroquia de Linares; aquí los desechos sólidos son depositados en una celda y tapados periódicamente (Foto 4.11).

El botadero de la ciudad del chaco, no posee una capa impermeable sobre la superficie del terreno que evite la infiltración de lixiviados, así como también un sistema que permita recoger estos lixiviados para su posterior tratamiento. Tampoco cuenta, con un sistema de captación del biogás producido por la descomposición de la materia orgánica; por tal razón el nivel de contaminación a fuentes hídricas y al ambiente en general es alto.

Con respecto a la disposición final de los desechos peligrosos, en el botadero actual no se observa la ubicación de una celda de seguridad para la disposición de este tipo de desechos.

**Foto N° 4.11. y 4.12. Botadero Municipal del Chaco.**



**Fuente:** COMAGA, 2009.

En el Cantón Gonzalo Pizarro, la disposición final de desechos se la realiza en un botadero controlado; cabe indicar que en el Cantón ya se ha implementado un programa de recolección diferenciada de desechos y se ha elaborado un diseño del nuevo Relleno Sanitario que actualmente está en espera de su aprobación.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales, los dos cantones presentan graves deficiencias al respecto. En el Cantón El Chaco se contaba con dos piscinas de sedimentación que dejaron de funcionar por problemas técnicos en su construcción. En el Cantón Gonzalo Pizarro no se registra la operatividad de algún sistema de tratamiento.

## CAPITULO V

### 5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología aplicada en este trabajo, se basó en un esquema analítico descriptivo de la situación actual del manejo de los desechos sólidos y líquidos en el Campamento San Rafael del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.

#### 5.1. Desechos Sólidos

##### 5.1.1. Descripción de las condiciones actuales.

###### a) Fuentes de Generación

Durante el trabajo de campo, se pudo identificar que el Campamento San Rafael dispone de 10 bloques habitacionales en las que residen alrededor de 60 personas; posteriormente con el desarrollo del proyecto este número incrementará considerablemente ya que se plantea la construcción de nuevas instalaciones habitacionales y de oficina. A continuación, se presentan los puntos o fuentes de generación encontrados en el Campamento.

- **Bloques habitacionales (1):** generalmente los desechos generados en el área de las habitaciones consisten en: papel higiénico y plástico.
- **Comedor (2):** es el punto de aglomeración del personal en horas de la mañana, tarde y noche
- **Oficinas (3):** durante el trabajo de campo, evidenció que en esta área no existe una cantidad de personal superior a las 20 personas, en vista de que muchos de ellos se encuentran en las distintas obras del proyecto.
- **Dispensario Médico (4):** se generan desechos peligrosos, tales como: gasas, punzocortantes, medicina caducada, entre otros.
- **Área Comunal (5):** los desechos generados en esta área: provienen de construcción, piscina, áreas verdes y barrido de aceras.
- **Lavandería (6):** los desechos generados en esta área están conformados por plástico, pelusas de la secadora y papel.

**Foto N° 5.13. Principales fuentes de generación de residuos en el Campamento San Rafael**



**1. BLOQUES HABITACIONALES**  
 • Papel  
 • Plástico



**2. COMEDOR**  
 • Restos Organicos  
 • Papel



**3. OFICINAS**  
 • Papel  
 • Plástico



**4. DISPENSARIO MEDICO**  
 • Papel  
 • Infecciosos



**5. AREA COMUNAL**  
 • D. Construccion  
 • D. Jardín  
 • Plásticos



**6. LAVANDERIAS**  
 • Plásticos  
 • Enlatados

**Fuente:** Autora, 2010.

## b) Almacenamiento

Diariamente, los desechos recolectados en los diferentes puntos de generación se los deposita en tachos de basura localizados en el área comunal y en las afueras de la cocina.

Durante el trabajo efectuado en campo se pudo observar que no se dispone de un sitio específico para almacenar los desechos generados en las instalaciones y que no se cuenta con una clasificación de desechos previo a su almacenamiento.

En los tachos de basura almacenados en las afueras de la cocina, se evidenció la presencia de animales domésticos (gatos), quienes destruyen las bolsas de basura ubicadas en estos sitios. Otro aspecto de gran importancia es que los tachos de almacenamiento están ubicados junto al lugar de recepción de alimentos (Foto 5.13.), por lo que además de generar un gran impacto visual podrían producir problemas a en la salud del personal

**Foto N° 5.14. Almacenamiento de los desechos en las afueras del comedor**



**Fuente:** Autora, 2010

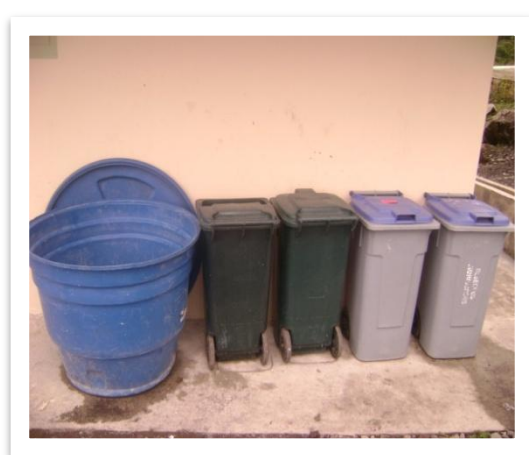


### - Tipo de Contenedores:

Para el almacenamiento de desechos sólidos y peligrosos del campamento se utiliza los siguientes contenedores:

- 6 Tachos metálicos de capacidad de 200 litros, disponibles en el área comunal
- 4 Tachos plásticos transportables con tapa de capacidad de 80 litros
- 1 Tacho plástico color azul no transportable de capacidad de 500 litros
- Tachos plásticos en área de oficinas, dispensario médico, habitaciones, comedor, etc. Con capacidades de 5 a 15 litros.
- Fundas plásticas con capacidad de 30 a 60 litros

**Foto N° 5.15. y 5.16. Tachos de almacenamiento de basura**



**Fuente:** Autora, 2010.

### c) Barrido y Limpieza

El servicio de barrido y limpieza que se identificó es de tipo manual, bajo este mecanismo no se tiene establecido rutas ni horario de barrido y limpieza dentro de la zona. El personal encargado de realizar el barrido generalmente son los auxiliares de servicio del campamento, quienes no cuentan con el equipo de protección personal (E.P.P) adecuado para este trabajo; esto es mascarilla,

gafas, guantes de material sintético que eviten cortes, etc. En cuanto a los trabajos de jardinería en el área comunal, se realizan eventualmente.

**Foto N° 5.17. y 5.18. Barrido y limpieza de las instalaciones**



Fuente: Autora, 2010.

**d) Recolección y Transporte**

El servicio de recolección de desechos sólidos se lo realiza dos veces a la semana, los días lunes y jueves durante horas de la mañana; vale la pena mencionar que los restos de comida son recolectados por una persona de la Ciudad de Lumbaqui, quien utiliza de éstos para alimentación de ganado porcino.

**Foto N° 5.19. y 5.20. Traslado de restos de comida a Lumbaqui**



Fuente: Autora, 2010

Con respecto a los desechos comunes y peligrosos del campamento, son recolectados por la municipalidad de El Chaco, en un camión recolector que no cuenta con los implementos necesarios para llevar a cabo esta actividad. (Foto 5.21 y 5.22). Este vehículo realiza un recorrido pre-establecido, tiene una tripulación de 3 personas, conformada por un conductor y dos ayudantes, que trabajan de 7h30 a 12h30 y de 13h00 a 16h30 y recogen en promedio de 2 a 3 toneladas al día.

El servicio de aseo es responsabilidad del Gobierno Municipal de El Chaco, administrativamente está a cargo de la Comisaría Municipal y cubre el 70% de las cabeceras parroquiales, con una cobertura del 49% a nivel cantonal.

**Foto N° 5.21. y 5.22. Recolección y Transporte de Desechos**



Fuente: Autora, 2010.

#### **e) Disposición Final.**

Los desechos sólidos recolectados son transportados y depositados en una trinchera del **botadero Semi - Controlado** ubicado en la Parroquia de Linares del Cantón El Chaco; en este frente de trabajo la municipalidad tiene asignado dos obreros que eventualmente tapan la basura con material de cobertura del mismo sitio. (Ver Pág. 83)

### 5.1.2. Muestreo de residuos sólidos

Para el muestreo de los residuos sólidos se aplico la siguiente metodología:

**Tabla N° 5.23. Metodología aplicada – Muestreo Residuos Sólidos**

N°	ACTIVIDAD	GRAFICO 1	GRAFICO 2
1	Para evitar confusión se etiquetó las muestras según su fuente de generación, estableciendo los números: (1) Comedor, (2) Cabañas, (3) Oficinas, (4) Dispensario Médico, (5) Área Comunal, (6) Lavandería.		
2	El periodo de muestreo se realizó en el mes de Junio y Agosto durante 14 días. Las muestras, una vez que fueron recolectadas fueron pesadas en una balanza electrónica; todos los datos fueron registrados en una libreta de campo.		
3	Para la caracterización y composición de los residuos sólidos, se separó los residuos manualmente según su fuente de generación se estableció los grupos más representativos.		
4	Cada grupo se ubicó en fundas plásticas para su posterior pesaje. Los datos obtenidos se anotaron en la libreta de campo.		

Elaborado por: Autora, 2010

### a) Producción Per – cápita (Ppc)

Una vez que se recopiló los datos, se procedió a la determinación de la producción per cápita utilizando la fórmula (2.2.) descrita en el Capítulo II, Pág. 20. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 5.24. Producción Per cápita de desechos**

<b>REGISTRO DE DATOS DE PRODUCCIÓN DE DESECHOS</b>								
<b>MES DE JUNIO DEL 2010</b>								
PERIODO DE MUESTREO	N° DE HAB.	PESO DIARIO DE LOS DESECHOS (Kg)					TOTAL (Kg/día)	Ppc (Kg/hab.día)
		COMEDOR	LAVANDERÍA	ÁREA COMUNAL	OFICINAS	HABITACIONES		
3/6/2010	39	35.5	0.34	7.4	0.3	1.1	44.64	1.14
4/6/2010	37	30.2	0.11	3.3	0.5	1.5	35.61	0.96
5/6/2010	32	26.8	0.17	1.8	0.2	0.7	29.67	0.93
6/6/2010	34	31.68	0.22	0.97	0.35	1.25	34.47	1
7/6/2010	73	62.7	0.65	1.15	0.6	0.9	66	0.9
8/6/2010	74	64	0.35	1.65	0.65	1.96	68.61	0.93
9/6/2010	77	66.78	0.3	3.12	0.45	1.55	72.2	0.94
<b>TOTAL PESO (Kg)</b>		<b>317.66</b>	<b>2.14</b>	<b>19.39</b>	<b>3.05</b>	<b>8.96</b>	<b>351.2</b>	
<b>MES DE AGOSTO DEL 2010</b>								
PERIODO DE MUESTREO	N° DE HAB.	PESO DIARIO DE LOS DESECHOS (Kg)					TOTAL (Kg/día)	Ppc (Kg/hab.día)
		COMEDOR	LAVANDERÍA	ÁREA COMUNAL	OFICINAS	HABITACIONES		
3/8/2010	76	63.3	0.85	17.75	1	2.9	85.8	1.13
4/8/2010	81	90.03	0.45	1.8	0.65	2.65	95.58	1.18
5/8/2010	73	62.15	0.55	2.05	0.5	0.95	66.2	0.91
6/8/2010	73	73.63	0.5	1.45	0.95	2.4	78.93	1.1
7/8/2010	56	54.85	0.25	1.85	0.4	0.55	57.9	1
8/8/2010	59	57.25	0.45	1.9	1.18	1.2	61.98	1.05
9/8/2010	67	52.59	0.35	7.5	0.45	1.5	62.39	0.93
<b>TOTAL PESO (Kg)</b>		<b>453.8</b>	<b>3.4</b>	<b>34.3</b>	<b>5.13</b>	<b>12.15</b>	<b>508.78</b>	
<b>RESULTADOS TOTALES</b>		<b>771.46</b>	<b>5.54</b>	<b>53.69</b>	<b>8.18</b>	<b>21.11</b>	<b>859.98</b>	<b>1.01</b>
(%)		<b>89.7</b>	<b>0.6</b>	<b>6.2</b>	<b>1.0</b>	<b>2.5</b>		

Elaborado por: Autora, 2010

Se despreció los desechos generados en el dispensario médico ya que la cantidad de desechos producida al día es mínima, el valor promedio es de 0,3 kg/ día. Sin embargo es muy importante su gestión ya que producto de esta actividad se generan:

- **Residuos Punzocortantes:** agujas, agujas hipodérmicas, escarpelos y otros elementos corto punzantes como calcetas, sets de infusión, vidrios rotos, gilletes
- **Residuos Infecciosos:** torundas de algodón, curitas, gasas y esparadrapos
- **Residuos Comunes:** cajas de medicación vacías, envases blíster, papel, fundas plásticas

#### Foto N° 5.23. y 5.24. Desechos Peligrosos – Dispensario Médico



Fuente: Autora, 2010.

#### a) Caracterización y composición de los residuos sólidos

Para la determinación de este parámetro, se estableció los grupos de desechos más representativos como:

- Plástico: polietileno tereftalato (PET), Polietileno de alta densidad (PEAD/PEHD), Polipropileno (PP) y otros.
- Papel: papel bond, papel kraft, papel periódico.
- Vidrio: botellas, vidrio de recipientes, etc.
- Metal: latas, alambres, etc.

- Material orgánico, residuos de jardín
- Cartón
- Tetra pack
- Madera
- Papel higiénico
- Peligrosos: corto punzantes, gazas, pilas y baterías
- Otros: textiles, tierra, colillas de cigarrillos.

Para obtener los porcentajes de composición de los desechos sólidos encontrados en el campamento, se utilizó la fórmula (2.3) descrita en el Capítulo II, Pág. 22. En la siguiente tabla, se muestran los valores obtenidos en el análisis de composición de los desechos:

**Tabla N° 5.25. Análisis de la composición de los desechos sólidos**

COMPONENTE	MESES DE MUESTREO		TOTAL	%
	JUNIO	AGOSTO		
Orgánico	276.6	404.10	680.70	78.72
Papel	19.85	35.10	54.95	6.35
Plástico	13.69	15.23	28.92	3.34
Cartón	9.53	12.30	21.83	2.52
Papel Higiénico	7.84	12.15	19.99	2.31
Vidrio	7.5	6.75	14.25	1.65
Hojas Secas	2.5	8.80	11.30	1.31
Tetra Pack	5.3	4.55	9.85	1.14
Metal	4.55	4.15	8.70	1.01
Otros (tela, tierra)	2.5	4.60	7.10	0.82
D. Peligrosos	1.6	3.10	4.70	0.54
Madera	1.34	1.05	2.39	0.28
<b>TOTAL</b>	<b>352.8</b>	<b>511.88</b>	<b>864.68</b>	<b>100.00</b>

**Elaborado por:** Autora, 2010

## 5.2. Aguas Residuales

### 5.2.1. Descripción de las condiciones actuales de generación

#### a) Fuentes de Generación

Las fuentes de generación de aguas residuales identificadas, se describen a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla N° 5.26. Fuentes de generación aguas residuales**

FUENTES DE GENERACIÓN	DESCRIPCIÓN
COMEDOR	Residuos líquidos procedentes de los baños, lavado de vajilla y preparación de alimentación.
BLOQUES HABITACIONALES	Residuos líquidos procedentes de los inodoros y duchas.
LAVANDERÍA	Se producen aguas grises procedentes del lavado de prendas de vestir.
OFICINAS	Los residuos líquidos provienen de los baños.
DISPENSARIO MÉDICO.	Los residuos líquidos provienen del baño.
ÁREA COMUNAL	Los residuos líquidos provienen del lavado de vehículos, baños del área recreativa, construcción de obras y agua pluvial.

Elaborado por: Autora, 2010

#### b) Sistema de segregación de corrientes

En el Campamento San Rafael, el sistema de alcantarillado se encuentra diferenciado por un sistema que permite recolectar las aguas pluviales (caja de revisión azul), aguas grises de la lavandería, aguas negras (caja de revisión verde) y una trampa de grasas (caja de revisión amarilla) en el área de la cocina. (Anexo Mapas: Mapa N°2)

En el mapa adjunto del sistema de alcantarillado del campamento, se pudo observar que en el área de los baños de la piscina, no existe un sistema de recolección de las aguas residuales y grises producidas; por lo que son descargadas al ambiente sin tratamiento alguno. Cabe recalcar que en esta



área no existe una gran afluencia del personal por lo que se asume que los caudales de descarga son mínimos.

Otro aspecto de importancia, es que no se tiene un área específica para el lavado de vehículos por lo que las aguas grises procedentes de esta actividad no cuentan con un sistema que permita recoger este tipo de aguas. De igual manera, las aguas grises que resultan de la lavandería, son descargadas hacia el ambiente sin ningún tipo de tratamiento.

### Foto N° 5.25. y 5.26. Circulación de aguas residuales en el campamento






Fuente: Autora, 2010.

### c) Tratamiento

En el sistema de tratamiento actual, se pudo observar algunas falencias provocado principalmente por la falta de un mantenimiento y monitoreo permanente del funcionamiento de la planta, además de que no existe una persona responsable del manejo, monitoreo y control de la PTAR. A continuación se describe detalladamente la situación actual de cada etapa de los procesos de tratamiento explicados anteriormente.

**Tabla N° 5.29. Descripción de las condiciones actuales de tratamiento de aguas residuales**

PROCESO	DESCRIPCIÓN ACTUAL	GRAFICO
<p style="text-align: center;"><b>ETAPA 1</b></p> <p style="text-align: center;">Homogenización</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanques de almacenamiento deteriorados.</li> <li>- Presencia de malos olores.</li> <li>- No existe un regulador de caudales de entrada a la planta.</li> <li>- En el periodo de levantamiento de campo se observó que la bomba sumergible que transporta el agua residual hacia la criba, no se encontraba en funcionamiento. Producto de esto el agua residual que rebotaba hacia la superficie.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>ETAPA 2</b></p> <p style="text-align: center;">Desarenación y aireación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rejillas de cribado, sin funcionamiento.</li> <li>- Acumulación de partículas sólidas flotantes en el reactor.</li> <li>- Falta de programación del blower de inyección de aire (trabaja 10 min y permanece sin inyectar aire durante 40 min). El manual de manejo de la PTAR, establece un periodo de funcionamiento de 25 min de inyección de aire y 8 min sin inyectar.</li> <li>- Acumulación de espumas en el reactor; este factor es importante ya que por la acción del viento estas se desplazan a la superficie y contaminan las zonas de circulación peatonal.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>ETAPA 3</b></p> <p style="text-align: center;">Sedimentación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de malos olores.</li> <li>- Acumulación de partículas sólidas flotantes.</li> <li>- El color del agua continua siendo turbio.</li> <li>- No existe una descarga de lodos en el lecho de secado.</li> <li>- El lecho de secado no posee una tubería para evacuar las aguas excedentes del proceso de deshidratación de lodos.</li> </ul>	

<p style="text-align: center;"><b>ETAPA 4</b></p> <p style="text-align: center;">Decantación y Clarificación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se tiene establecido horario, dosis, material, etc., para la cloración.</li> <li>- El color del agua, continúa siendo turbio y posee mal olor</li> <li>- presencia de sólidos flotantes</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>ETAPA 5</b></p> <p style="text-align: center;">Descarga</p>	<p>Después de la etapa de clarificación, el agua residual es conducida hacia un filtro hormigonado cubierto de arena.</p> <p>En el filtro se puede observar una gran acumulación de palos, hojas y basura producido por la falta de una cubierta que lo proteja.</p> <p>Seguidamente de este proceso, el agua finalmente es descargada al ambiente.</p> <p>En la descarga se observa que el color del agua es turbia y posee mal olor, por lo que es necesario realizar un monitoreo de calidad de estas aguas.</p>	

**Elaborado por:** Autora, 2010.

### 5.2.2. Muestreo de residuos líquidos

Para el desarrollo del presente trabajo, se aplicó la siguiente metodología que incluye una serie de pasos indispensables para obtener los parámetros de operación de la planta de tratamiento:

- Mediante el mapa del campamento proporcionado en Coca Sinclair E. P., se determinó las zonas de circulación de aguas negras, pluviales y trampa de grasas; todas estas se pueden identificar claramente a través de la coloración de sus cajas de revisión: (verde) aguas residuales, (azul) agua pluvial, (amarilla) trampa de grasas.

- Se levantó información *in – situ*, sobre las condiciones actuales de la planta de tratamiento de aguas.
- Medición de caudales de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales
- Se estableció 2 puntos de muestreo: el primero en la entrada de agua residual a la PTAR y el segundo en la descarga del efluente.
- Coca Sinclair E.P., contrató los servicios de un Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE) para la realización de los análisis de calidad de aguas, cuyos resultados se establecerán más adelante.

### Foto N° 5.27 y 5.28. Levantamiento de Información PTAR

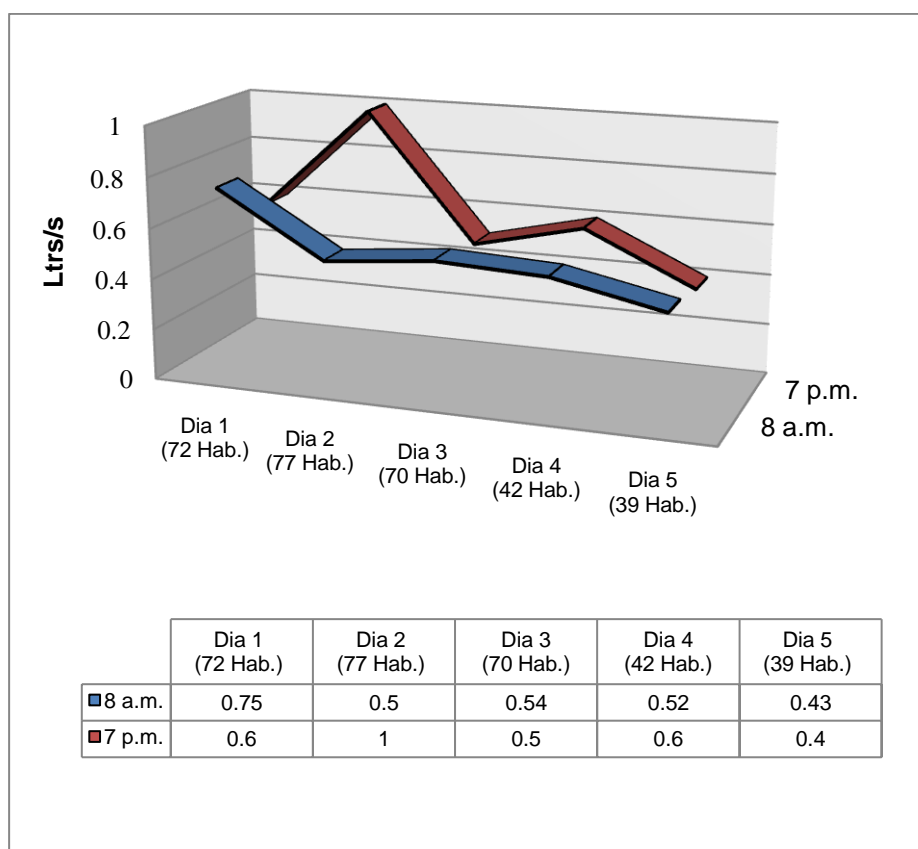


**Fuente:** Autora, 2010

### a) Medición de caudales de descarga a la PTAR .

Para registrar los datos de variación del caudal de descarga de aguas residuales a la PTAR, se utilizó el método de cubo y cronometro descrito en la Pág. 37. A continuación se indican los valores obtenidos durante los 5 días de medición.

**Gráfico N° 5.5. Variaciones de caudal (Ltrs/s)**



Elaborado por: Autora, 2010

### b) Caracterización y Composición de los residuos

Como se dijo anteriormente para el análisis físico – químico y microbiológico de la calidad de las aguas residuales del Campamento San Rafael, Coca Sinclair E.P., contrató los servicios de un organismo de acreditación ecuatoriano; los muestreos se realizaron en el mes de 30 Octubre del 2009 y el 27 de Julio del

2010. (Anexo 6: Resultados Generados en el laboratorio acreditado). A continuación se presentan, las características del agua residual encontradas:

**Tabla N° 5.30. Análisis Físico Químico de Aguas Residuales  
Mes de Octubre del 2009**

<b>LUGAR:</b> Efluente Planta de Tratamiento de Aguas Residuales			
<b>FECHA:</b> 30 de Octubre del 2009			
<b>MUESTREADO POR:</b> Laboratorios "OSP"			
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Aceites y Grasas	6.0	mg/l
2	Coliformes fecales	500	NMP/100 ml
3	DBO <sub>5</sub>	41.01	mgO <sub>2</sub> /l
4	DQO	185	mgO <sub>2</sub> /l
5	Nitratos	5.3	mg/l
6	Nitrógeno Total	27	mg/l
7	Sólidos Sedimentables	<0.1	mg/l
8	Sólidos Totales	650	mg/l
9	Fosforo	4.76	mg/l
10	Sulfatos	94	mg/l
11	TPH	<0.15	mg/l
12	pH	7.5	mg/l

**Fuente:** Laboratorio OSP, Informe de Resultados N° 17557

**Tabla N° 5.31. Análisis Físico Químico de Aguas Residuales  
Mes de Julio del 2010**

<b>LUGAR:</b> PTAR Campamento San Rafael				
<b>FECHA:</b> 27 de Julio del 2010				
<b>MUESTREADO POR:</b> Laboratorios "LABOLAB"				
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>		<b>UNIDAD</b>
		<b>ENTRADA</b>	<b>DESCARGA</b>	
1	DBO	933	247	mg/l
2	DQO	1046	291	mg/l
3	Nitratos	0.88	0.82	mg/l
4	Nitrógeno Total	92	95	mg/l
5	pH	6.59	7.49	
6	Color	3	1	U Color
7	Turbiedad	10	1	FTU
8	Conductividad	1491	1528	
9	Bióxido de Carbono	301.33	27.54	mg/l
10	Carbonatos	0	63.36	mg/l
11	Bicarbonatos	578.16	356.4	mg/l
12	Cloruros	126.32	114.84	mg/l
13	Manganeso	0	0	mg/l
14	Hierro Total	0.68	0.33	mg/l
15	Magnesio	58.9	63.73	mg/l
16	Calcio	68.28	69.87	mg/l
17	Nitritos	0.8	0.77	mg/l
18	Fosfatos	3.75	2.52	mg/l
19	Fosforo	0.99	3.62	mg/l
20	Sodio	71	67	mg/l
21	Potasio	17	16	mg/l
22	Alcalinidad	578.16	419.76	mg/l
23	Dureza Total	411.84	435.6	mg/l
24	Dureza Carbonatada	411.84	419.76	mg/l
25	Dureza No Carbonatada	0	15.84	mg/l
26	Salidos sedimentables	4	0.5	mg/l
27	Sólidos totales	9370	860	mg/l
28	Sólidos disueltos totales	482	820	mg/l
29	Sólidos Suspendidos	8888	40	mg/l
30	Sulfatos	37.84	91.96	mg/l
31	Sustancias Solubles en hexano	4.75	3.52	mg/l
32	Índice de Coliformes Fecales	11 x 10 <sup>6</sup>	46 x 10 <sup>4</sup>	mg/l

**Fuente:** LABOLAB, (2010): Informe de Resultados (102158).

## CAPITULO VI

### 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 6.1. Residuos Sólidos

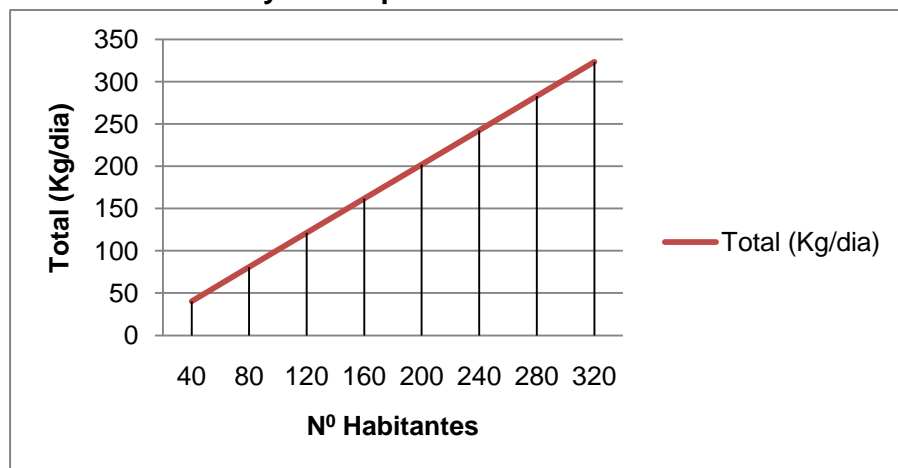
##### 6.1.1. Valoración Cuantitativa

De los resultados obtenidos en la tabla 5.24, se puede apreciar que en promedio la producción per cápita es de 1.01 kg/hab/día, con un promedio de 60 personas al día; tomando en cuenta que para Quito se tiene un producción media de 0.85 Kg/hab/día, este valor estaría de acuerdo con lo generado en el Campamento.

En cuanto a lugar de origen, en la tabla 5.24., se identifica una variación de resultados, siendo en el comedor, el lugar donde se genera un 89.7% del total de los residuos producidos en el campamento; mientras que en el área comunal se obtiene el 6.2%, en las habitaciones un 2.5% y en las oficinas y lavandería se genera 1% y 0.6 % respectivamente.

En vista de que no se tiene registro de las tasas de crecimiento poblacional y el número de personal varía diariamente, se realizó una estimación aproximada de la cantidad de desechos que se podrían producir en los próximos meses, para esto se tomó en cuenta la capacidad máxima del personal que puede residir en el campamento y la producción per cápita resultante en el periodo de muestreo (Gráfico N<sup>o</sup> 6.5).

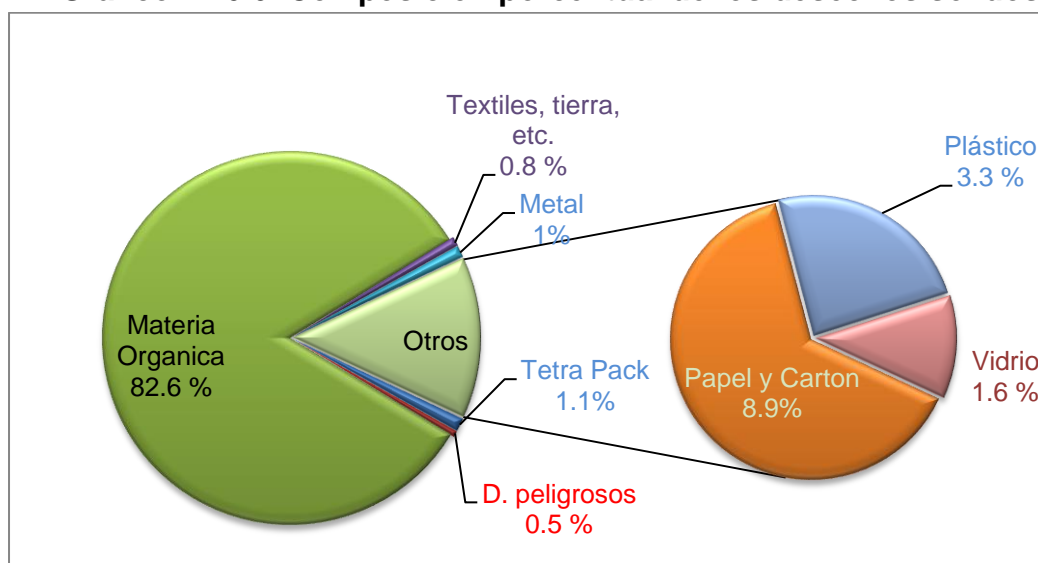


**Gráfico N° 6.5. Proyección producción de desechos Vs. Personal**

Elaborado por: Autora, 2010

### 6.1.2. Valoración Cualitativa

Una vez que se realizó en muestreo de los residuos sólidos, se determinó que los desechos que se generan en mayor cantidad son los desechos orgánicos con el 82.6%; este valor se encuentra dentro del rango de porcentajes medios ponderados de la composición de desechos a Nivel Nacional, al igual que el papel y cartón (8.9 %), vidrio y metales (2.6%), plástico (3.3%) y finalmente se genera un 0.5 % de desechos peligrosos. De acuerdo a los grupos de desecho más representativos, se elaboró el siguiente gráfico que permite identificar los porcentajes correspondientes a cada tipo de residuo:

**Gráfico N° 6.6. Composición porcentual de los desechos sólidos.**

Elaborado por: Autora, 2010.

## 6.2. Aguas Residuales

### 6.2.1. Valoración Cuantitativa

En el gráfico 5.5, se puede identificar que diariamente se produce en el campamento un 0.55 Ltrs/s de aguas residuales con un promedio de 60 habitantes. Realizando una proyección futura de la producción de aguas residuales en el campamento los caudales de ingreso del afluente a la PTAR aumentarían considerablemente, a continuación los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 6.32. Proyección producción de aguas residuales en el campamento**

N° Habitantes	60	100	140	180	220	240	280	320
Ltrs/s	0.55	0.92	1.28	1.65	2.02	2.2	2.57	2.93

Elaborado por: Autora, 2010.

### 6.2.2. Valoración Cualitativa

Con los datos registrados en el más reciente análisis físico – químico de las aguas residuales del campamento; se pudo determinar las condiciones de la PTAR en relación al % de remoción de contaminantes.

**Tabla N° 6.33. Remoción resultados físico-químicos agua residual**

PARÁMETRO	ENTRADA mg/l.	SALIDA mg/l	REMOCIÓN (%)
DBO	933	247	74
DQO	1046	291	72
Sólidos sedimentables	4	0.5	88
Sólidos totales	9370	860	90
Sólidos disueltos totales	482	820	-70
Sólidos Suspendidos	8888	40	99
Aceites y Grasas	4.75	3.52	25.8
Índice de Coliformes Fecales	11 x 10 <sup>6</sup>	46 x 10 <sup>4</sup>	95.8
Nitritos	0.8	0.77	4
Nitratos	0.88	0.82	7
Nitrógeno Total	92	95	-3.2

Con los resultados anteriores se observó que había una diferencia marcada entre los datos de entrada y salida; es decir que, no existe una remoción de contaminantes al 100%. Para realizar una evaluación más representativa del funcionamiento de la PTAR del Campamento, los resultados obtenidos en las tablas 5.30 y 5.3, se compararon con la norma para descarga de efluentes en un cuerpo receptor. A continuación se detallan estos resultados.

**Tabla N° 6.34. Comparación resultados físico-químicos agua residual**

Lugar: Efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales							
ITEM	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	RESULTADOS	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES	CUMPLE/ NO CUMPLE	
		OCTUBRE	JULIO			OCTUBRE	JULIO
1	DBO	41.01	247	mg/l	100	Cumple	No Cumple
2	DQO	185	291	mg/l	250	Cumple	No Cumple
3	Nitratos	5.3	0.82	mg/l	10	Cumple	Cumple
4	Nitrógeno Total	27	95	mg/l	15	No Cumple	No Cumple
5	pH	7.5	7.49	-	6 – 9	Cumple	Cumple
6	Color	-	1	U Color	-	*	*
7	Turbiedad	-	1	FTU	-	*	*
8	Conductividad	-	1528	-	-	*	*
9	Bióxido de Carbono	-	27.54	mg/l	-	*	*
10	Carbonatos	-	63.36	mg/l	0.1	*	No Cumple
11	Bicarbonatos	-	356.4	mg/l	-	*	*
12	Cloruros	-	114.84	mg/l	1000	*	Cumple
13	Manganeso	-	0	mg/l	2	*	Cumple
14	Hierro Total	-	0.33	mg/l	10	*	Cumple
15	Magnesio	-	63.73	mg/l	-	*	*
16	Calcio	-	69.87	mg/l	-	*	*
17	Nitritos	-	0.77	mg/l	10	*	Cumple
18	Fosfatos	-	2.52	mg/l	-	*	*
19	Fosforo	4.76	3.62	mg/l	10	Cumple	Cumple
20	Sodio	-	67	mg/l	1000	*	Cumple
21	Potasio	-	16	mg/l	-	*	*
22	Alcalinidad	-	419.76	mg/l	-	*	*
23	Dureza Total	-	435.6	mg/l	500	*	Cumple
24	Dureza Carbonatada	-	419.76	mg/l	-	*	*
25	Dureza No Carbonatada	-	15.84	mg/l	-	*	*
26	Sólidos sedimentables	< 0.1	0.5	mg/l	1	Cumple	Cumple
27	Sólidos totales	650	860	mg/l	1600	Cumple	Cumple
28	Sólidos disueltos totales	-	820	mg/l	1000	*	Cumple
29	Sólidos Suspendidos	-	40	mg/l	100	*	Cumple
30	Sulfatos	94	91.96	mg/l	1000	Cumple	Cumple
31	Sustancias Solubles en hexano	6	3.52	mg/l	0.3	No Cumple	No Cumple
32	Índice de Coliformes Fecales	500	46 x 104	NMP/100 ml	< 0 = a 3000	Cumple	No Cumple

\* No se especifica en la norma de calidad y descarga de efluentes

**Elaborado por:** Autora, 2010

En relación a la tabla anterior se determinó que no se está cumpliendo a cabalidad con los límites máximos permisibles establecidos en la Normativa Ambiental, especialmente con los parámetros más importantes como son: DBO, DQO, nitrógeno total, sólidos totales, índice de coliformes fecales, aceites y grasas.

La presencia de concentraciones altas de DBO y DQO en los cuerpos de agua, señalan un alto grado de contaminación, producido por la desoxigenación del agua, presencia de gran cantidad de materia orgánica y por ende malos olores en toda la instalación.

El nitrógeno orgánico presente en las aguas residuales es descompuesto por las bacterias en nitritos y nitratos, las cuales indican que el residuo se ha estabilizado con respecto a su demanda de oxígeno. Sin embargo, grandes cantidades de nitrógeno pueden producir procesos de eutrofización, con la abundancia de materia orgánica.

Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos

El parámetro obtenido de nitrógeno total en el sistema de tratamiento, muestra que tanto en el mes de Octubre como en el mes de Julio (fechas en la que se hicieron los análisis físico – químicos del agua), no se cumplió con lo establecido en la normativa; por lo que es posible que se den procesos de eutrofización en el sistema.

## CAPITULO VII

### 7. PLAN DE MANEJO DE DESECHOS PROPUESTO

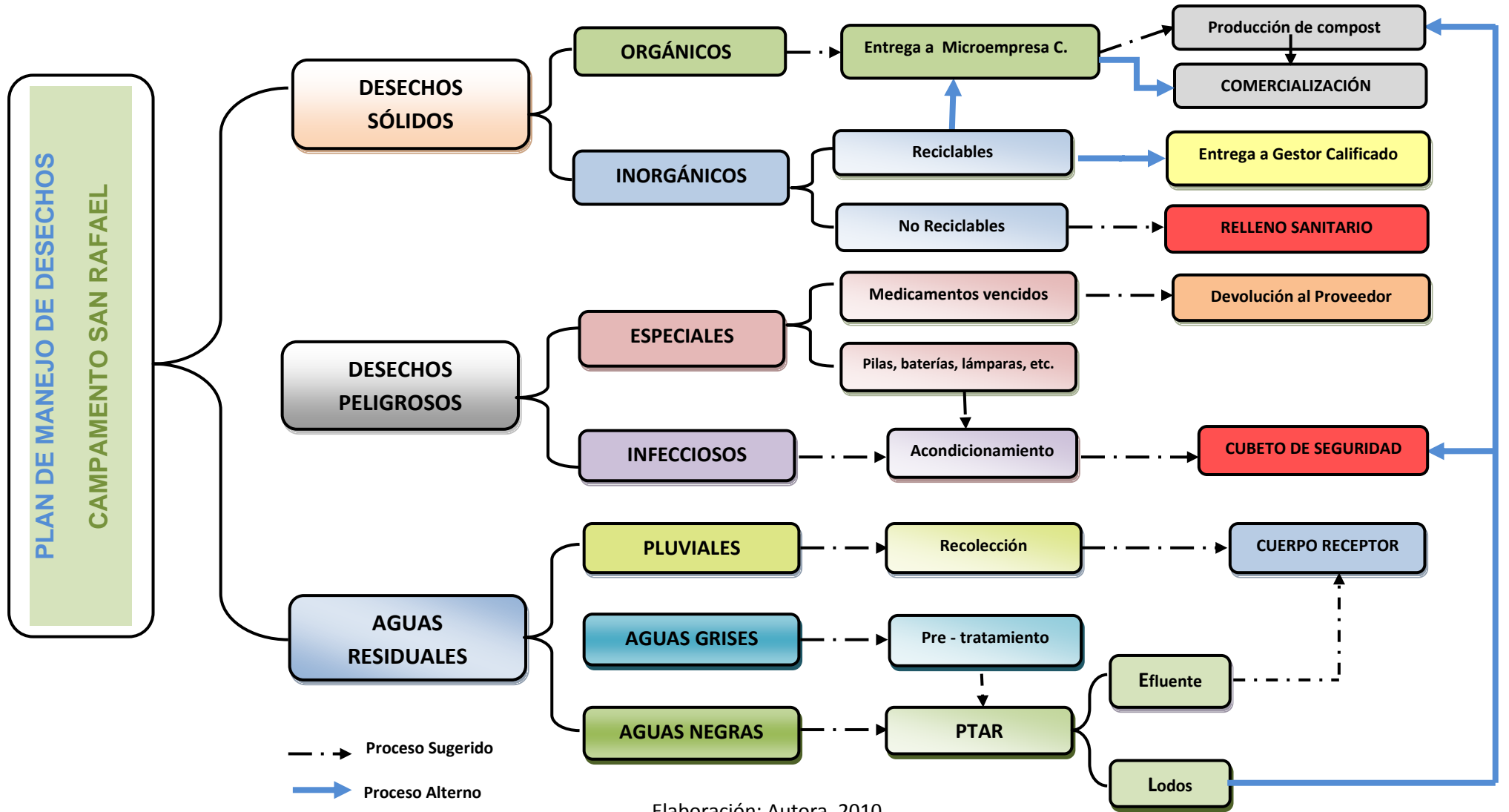
#### 7.1. Introducción

El Plan de Manejo de Desechos (PMD) que se plantea, busca generar las condiciones locativas y logísticas que permitan dar cumplimiento a la normativa vigente; así como también evitar riesgos que afecten al personal y al público que visita las instalaciones del Campamento San Rafael del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair y además se constituye en modelo y en uno de los principales instrumentos para la adecuada gestión ambiental del proyecto a implementarse. (Esquema 7.9.)

##### 7.1.1. Responsabilidades

- El Gerente General del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair E.P., será el responsable de la implementación del presente documento.
- La Subgerencia Ambiental estará a cargo de la coordinación de todas las acciones que se realicen en el Campamento en cuanto a: generación, recolección, almacenamiento, transporte, destino final y monitoreo de los desechos. También serán responsables de la capacitación periódica del manejo de desechos a todo personal.
- El Personal Técnico, Médico, de Servicio y Contratistas, serán responsables de la adecuada clasificación de los desechos generados dentro de las instalaciones del Campamento.
- Los Supervisores Administrativos, serán responsables de verificar que todos los recipientes de basura se encuentren en los sitios asignados y se lleve a cabo el correcto acondicionamiento de los mismos. También serán responsables de supervisar que el personal cumpla con las disposiciones presentadas

Esquema N° 7.9. Estructura de la Propuesta de Manejo de Desechos



Elaboración: Autora, 2010

## 7.2. Manejo de Desechos Sólidos

### 7.2.1. Políticas para la minimización de desechos

Las medidas que se adoptará para la generación de desechos sólidos, consiste en implementar las políticas de las 3Rs (reducir, reutilizar, reciclar). A continuación se exponen algunas sugerencias:

**Tabla N° 7.35. Políticas para el manejo de los desechos**

<b>REDUCIR</b>	<b>REUTILIZAR</b>	<b>RECICLAR</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adquirir productos envasados en recipientes retornables.</li> <li>- Comprar productos que contengan menos empaques.</li> <li>- Adquirir productos a granel, o empaques de mayor volumen.</li> <li>- Cuidar el mal uso del papel, servilletas, etc.</li> <li>- Comprar solo lo que se va a consumir.</li> <li>- Pedir a los vendedores no incluir demasiadas envolturas en los productos.</li> <li>- No imprimir comunicados electrónicos innecesarios.</li> <li>- Comprar de preferencia productos elaborados con materiales reciclables</li> <li>- Usar trapos de cocina en vez de rollos de papel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar las hojas de papel bond por ambos lados.</li> <li>- Conservar los restos de madera para su reutilización en obras del proyecto.</li> <li>- Utilizar baterías o pilas recargables.</li> <li>- Recargar los cartuchos de tinta para impresoras</li> <li>- Usar los frascos de vidrio, envases de plástico, bolsas, etc., para guardar materiales tales como: especerías, clavos, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la materia orgánica para la producción de compost.</li> <li>- El papel, cartón, plástico, vidrio y metales, que tengan características para el reciclaje se deberán mantener en un centro de acopio temporal para que después de un período de tiempo (no superior a 3 meses) cuando sus volúmenes sean mayores, sean enviados hacia un gestor calificado para su reciclaje.</li> <li>- La madera podrá ser molida y utilizada como materia orgánica para las labores de revegetación y control de erosión, también se pueden donar a los pobladores en caso lo soliciten.</li> </ul>

**Elaborado por:** Autora, 2010.

## 7.2.2. Clasificación y Acondicionamiento

### a) Clasificación en la fuente

Los desechos producidos serán separados de acuerdo a su clase en la fuente generadora; para esto, se propone ubicar recipientes apropiados para cada uno de ellos identificados por color de acuerdo al tipo de desechos.

**Tabla N° 7.36. Selección de contenedor según el tipo de desechos**

COLOR DE CONTENEDOR	TIPO DE RESIDUO
<b>VERDE: Orgánicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Residuos de comida.</li> <li>- Residuos de Jardín.</li> <li>- Residuos de frutas y verduras</li> </ul>
<b>AZUL: Inorgánicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papel y Cartón<sup>16</sup></li> <li>- Vidrio</li> <li>- Metal</li> <li>- Plásticos</li> <li>- Útiles de oficina</li> <li>- Restos de textiles, otros.</li> </ul>

**Elaborado por:** Autora, 2010

En el caso de los desechos sanitarios: toallas higiénicas, algodón, papel higiénico, etc., se deben colocar en bolsas de polietileno de baja densidad de color blanco las cuales se las ubica dentro de contenedores sólidos con tapa y con un volumen no superior a 10 ltrs. Los contenedores estarán ubicados en los baños de todas las instalaciones del campamento.

### b) Acondicionamiento

Tanto el personal del campamento como contratistas y visitantes, previo a su capacitación tendrán la obligación de colocar en su respectivo contenedor los desechos.

<sup>16</sup> El papel y el cartón son de origen orgánico; sin embargo, para propósitos de reciclaje deben ser tratados como inorgánicos.



Por las diversas características y las cantidades de residuos que se generan en el Campamento San Rafael; se recomienda el uso de los siguientes contenedores según su fuente de generación: (Anexo Mapa: Mapa N° 3)

**Tabla N° 7.37. Características de los contenedores según su fuente de generación**

FUENTE	CONTENEDOR A INSTALAR	GRÁFICO
<b>Comedor</b>	2 Contenedores (azul y verde) de polietileno de alta densidad con tapa y ruedas para su fácil manipulación.  Cada uno debe tener un volumen aproximado de 80 ltrs.	
<b>Área Comunal</b>	Se ubicarán en puntos estratégicos y deberán estar provistos de un techo que los proteja de la lluvia.  Cada contenedor deberá tener una capacidad de 60 ltrs.	
<b>Oficinas</b> <b>Lavandería</b> <b>Habitaciones</b>	Se utilizarán contenedores de polietileno de alta densidad con capacidad de 30 ltrs.	

**Elaborado por:** Autora, 2010.

Las fundas que se colocaran dentro de los contenedores de basura deberán ser de los siguientes colores:

- Funda plástica color negro: desechos inorgánicos
- Funda plástica color verde: desechos orgánicos
- Funda plástica color blanco: desechos sanitarios
- Funda plástica color rojo: desechos peligrosos

### 7.2.3. Recolección y Limpieza Interna

El sistema de recolección y limpieza de residuos consiste en realizar el traslado desde los diferentes lugares de generación hacia el sitio asignado como almacén temporal de residuo; para el efecto, el personal que estará a cargo de esta actividad debe contar con un equipo de protección personal (EPP), así como también los materiales e implementos necesarios que faciliten el traslado de los desechos.

**Foto N° 7.29. y 7.30. Carro Barrendero**



**Fuente:** Contenedores OTTO, 2010

Considerando que en el área del comedor se genera la mayor cantidad de desechos, es importante que la recolección se efectúe en horas de la mañana y tarde; esto con el fin de evitar la acumulación de los residuos por mucho tiempo.

En las áreas de oficina, habitaciones, dispensario médico y área comunal; la recolección se puede efectuar al medio día, puesto que a esa hora se culmina las tareas de limpieza. Es importante mencionar que bajo ningún motivo los desechos generados en el dispensario médico se mezclen con los desechos considerados como no peligrosos.

Se debe realizar diariamente el lavado de los contenedores de desechos sólidos; para esto, es importante hacer uso de detergentes biodegradables que sean amigables con el ambiente.

#### **7.2.4. Almacenamiento Temporal**

Una vez que se ha aplicado las medidas preventivas para la generación de desechos, es importante seleccionar un lugar apropiado para el almacenamiento temporal, clasificación y preparación para la recolección y transporte de los desechos. (Anexo Mapa: Mapa N° 3, hito 1)

##### **a) Características de la instalación**

La infraestructura para la gestión integral de los desechos generados en el Campamento San Rafael deberá reunir las siguientes características:

- ✓ La instalación deber ser construida a base de cemento.
- ✓ Debe contar con restricciones para el ingreso y señalización de información y advertencia (letreros restrictivos e informativos).
- ✓ Para efectos de permitir condiciones adecuadas de limpieza y desinfección, se debe contar con paredes lisas, lavables; piso duro, antideslizante y libre de orificios y grietas. Además el piso debe disponer de una acometida de agua y drenaje para lavado.
- ✓ Debe estar cubierto para protección de aguas lluvias con caídas de agua dirigida para evitar salpicaduras.
- ✓ Debe contar con canales perimetrales que permitan la recolección de posibles lixiviados y/o derrames de desechos.
- ✓ Para efectos de un posible incendio, la instalación debe estar provista de un extintor y ventanas que permitan la salida del humo y el calor.
- ✓ La instalación debe contar con un patio para la pre-clasificación de los desechos inorgánicos
- ✓ Se debe señalar los compartimientos necesarios para ubicar categorías de desechos tales como: papel - cartón, plásticos, vidrio – metal, productos orgánicos y no reciclables. El compartimiento de desechos peligrosos, debe

tener una mayor seguridad y por ningún motivo se debe mezclar con los demás compartimientos.

- ✓ Debe estar provisto de una instalación sanitaria, para el aseo personal del encargado de esta área.
- ✓ Se deben colocar carteles con información respecto a los procedimientos de manipulación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.

#### **b) Medidas para la manipulación de desechos**

- ✓ El área destinada para el almacenamiento temporal de los desechos deberá ser operado por personal capacitado para la clasificación y manipulación de los desechos.
- ✓ El personal deberá contar con equipo de protección personal adecuado y deberá registrar diariamente la cantidad de desechos que ingresan y egresan de la instalación
- ✓ Los materiales recolectados, deberán ubicarse en el patio para proceder a su clasificación en:  
Reciclables: papel y cartón, plásticos, vidrio y metal  
No reciclables: residuos sanitarios, textiles, materiales de oficina, etc.  
Orgánicos  
Peligrosos.
- ✓ Se debe considerar que los materiales reciclables pueden ser compactados; esto con el fin de que se aproveche de una mejor manera el espacio para el almacenamiento temporal de los mismos.
- ✓ Los desechos recolectados deben disponerse en los compartimientos asignados.
- ✓ Diariamente, se debe limpiar el área de almacenamiento temporal de desechos; esto con el fin de evitar la presencia de insectos o roedores.
- ✓ En cada compartimiento, se deben colocar recipientes adecuados, de una mayor capacidad y fácil movilización para cada tipo de desecho
- ✓ El área de almacenamiento temporal de los desechos, se debe ubicar en un área de fácil acceso de vehículos para la recolección

### **7.2.5. Recolección y Transporte**

Esta etapa del proceso de gestión de los residuos sólidos estará articulada a los objetivos del Plan de Relaciones Comunitarias del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair; el mismo que busca promover la conformación de microempresas comunitarias dentro del área de influencia directa del proyecto.

En tal sentido, la Empresa Coca Sinclair E.P., como promotora del proyecto deberá incentivar a la conformación de una microempresa comunitaria dedicada al aprovechamiento y comercialización de los productos reciclables de los Campamentos del Proyecto así como también a nivel cantonal con el apoyo del Gobierno Municipal del Chaco.

Bajo este mecanismo, se propone como opción que los desechos orgánicos y reciclables sean recolectados y transportados por una Microempresa Comunitaria para su gestión.

Como una segunda alternativa, se propone que los desechos reciclables cuando ya existan volúmenes suficientes sean transportados por los gestores autorizados para su reciclaje. (Anexo lista gestores Secretaria del Ambiente - Quito)

#### **a) Frecuencia de Recolección**

La frecuencia de recolección de los desechos sólidos generados en el Campamento San Rafael, debe ser la siguiente:

- Materia Orgánica: cada dos días, en horas de la mañana
- Desechos Peligrosos: día Jueves, en horas de la mañana
- Reciclables: una vez que se tenga un volumen considerable. (su período de permanencia en el área de almacenamiento temporal, no debe superar los 3 meses).
- No Reciclables: día Lunes, en horas de la mañana.

## **b) Transporte**

Los desechos no reciclables y peligrosos, deben ser transportados hacia el Relleno Sanitario de la ciudad del Chaco; para el efecto el Municipio del Chaco debe contar con un vehículo apropiado para llevar a cabo tal actividad, de igual forma se recomienda que se utilice las medidas de seguridad posibles.

Por otra parte, el personal encargado de la recolección de los desechos debe contar con un registro de las cantidades de desechos enviadas hacia el Relleno Sanitario

### **7.2.6. Disposición Final**

La disposición final de los desechos dependerá de la naturaleza de los mismos; los desechos reciclables podrán ser recopilados para su posterior comercialización, los desechos no reciclables serán enviados hacia el relleno sanitario de la ciudad del Chaco, y los desechos orgánicos podrán ser recolectados por la Microempresa Comunitaria, sirviendo este material para la producción de compost o abono orgánico. A continuación se describe el proceso utilizado para la producción de compost.

#### **– Producción de Compost**

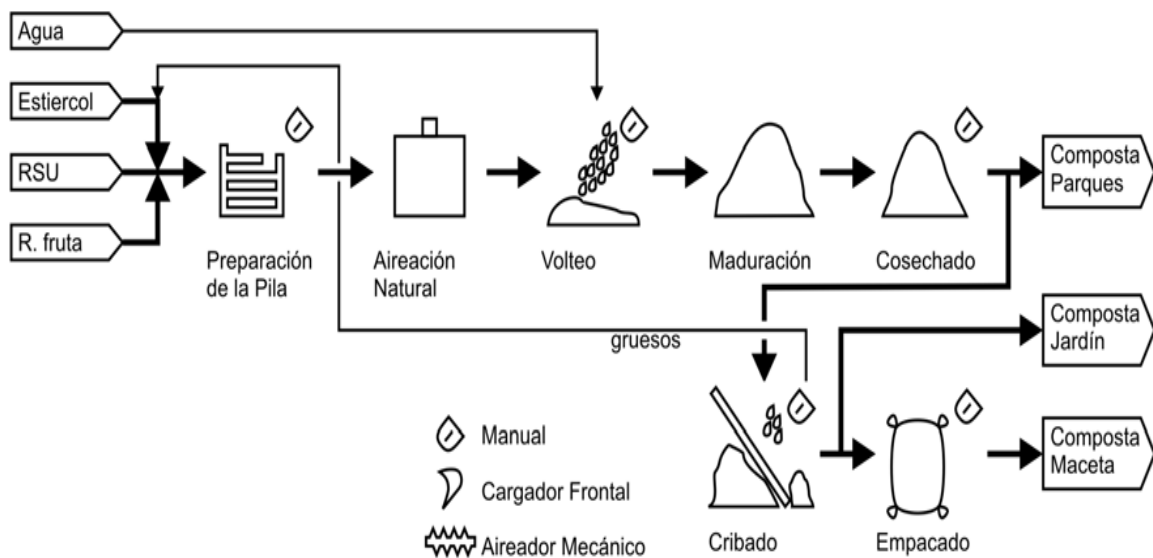
El compost es el método de tratamiento de los desechos orgánicos más sencillo y económico, ya que no necesita de una mayor inversión y puede ser aplicado tanto a nivel municipal, empresarial o individualmente. En el tratamiento participan microorganismos que degradan la materia orgánica para la producción de humus o abono orgánico.

Las materias primas utilizadas para el compostaje proceden de:

- Restos de jardín, hojas, paja
- Estiércol animal
- Restos de frutas y verduras
- Algas
- Restos de animales

- Cascaras de huevo
- Harinas
- Madera molida
- Servilletas, fundas de papel, papel higiénico, papel no impreso.
- Pan, galletas
- Té, café.

**Figura N° 7.4. Proceso de Producción de Compost**



**Fuente:** Rodríguez M, Córdova A; 2006

Los requerimientos necesarios para lograr un abono orgánico apto para todo tipo de suelo, se presentan en la siguiente tabla

**Tabla N° 7.37. Requerimientos necesarios para realizar compostaje**

CONDICIONES ADECUADAS	EFFECTOS DESEABLES	EFFECTOS INDESEABLES	SOLUCIÓN
Reducción del tamaño de las partículas de materia orgánica	Aumentar la capacidad de las partículas para retener aire y agua, y facilitar el proceso de biodegradación de los microorganismos	Los trozos extremadamente pequeños generan problemas de compactación los cuales impiden la aireación natural en el proceso	En el fraccionamiento de partículas ya sea manual o mecánico se debe considerar que el tamaño de las partículas sea moderado.
Los valores de la relación C/N deben comprenderse entre (30 – 40)	Obtener valores ideales de carbono y nitrógeno ya que los microorganismos utilizan el carbono para conseguir energía, y el nitrógeno para la síntesis de proteínas.	Si existe un exceso de carbono, el proceso se torna lento y el exceso de carbono se perderá en forma de CO <sub>2</sub> . Si existe un exceso de nitrógeno, este se perderá en forma de NH <sub>3</sub> .	Utilizar materiales ricos en <b>C:</b> madera, hojas secas, papel higiénico. <b>N:</b> estiércol, lodos de PTAR (libres de contaminantes tóxicos).
Suficiente Aireación	El oxígeno es elemento esencial para la descomposición aerobia y la supervivencia de la microbiota de la composta	Por la falta de oxígeno se produce una biodegradación lenta con generación de olores desagradables.	Remover la mezcla periódicamente (aireación manual o mecanizada).
Humedad	Lograr un porcentaje de humedad entre el 40 – 60%	La falta de humedad produce una disminución de la actividad microbiana y por ende del proceso de biodegradación. El exceso de humedad dificulta la circulación de O <sub>2</sub>	- Agregar materiales secos si existe exceso de humedad caso contrario agregar materiales húmedos. - Proteger la instalación de las lluvias con una cubierta.
Temperatura	Lograr temperaturas entre 55 – 75 <sup>0</sup> C	Si no existe un incremento de temperaturas, es posible que no se eliminen microorganismos patógenos.	Cumplir con las condiciones anteriormente descritas.
pH	Lograr un pH óptimo entre 7 – 8	Valores superiores a 8 provoca pérdidas de nitrógeno en NH <sub>3</sub>	Pueden emplearse ácidos y bases que permiten el ajuste del pH.

Elaborado por: Autora, 2010.



## 7.3. Manejo de Residuos Peligrosos

### 7.3.1. Acondicionamiento y Embalaje

#### a) Residuos Infecciosos

En el dispensario médico del campamento, este tipo de desechos se deben disponer en bolsas plásticas de color rojo resistentes a la ruptura y derrame. Las bolsas plásticas se las debe ubicar dentro de contenedores sólidos de polietileno con tapa y capacidad de 23 ltrs.

Los contenedores de los desechos infecciosos deben estar claramente identificados con el símbolo **SUSTANCIA INFECCIOSA.**; mientras que en las bolsas plásticas se debe colocar una etiqueta adhesiva indicando la fecha y nombre de la unidad generadora.

**Foto N° 7.31 y 7.32. Contenedores residuos infecciosos**



**Fuente:** A1 Contenedores, 2010

#### – Residuos Punzocortantes

Los recipientes adecuados para el almacenamiento de este tipo de residuos deben cumplir con características de dureza que aseguren que no existan accidentes con ellos debido a la manipulación a la que serán sometidos. En vista que en el campamento la generación de desechos punzocortantes es

mínima, se propone utilizar recipientes de polipropileno con capacidad de 1.7 ltrs.

Los recipientes que contienen materiales punzocortantes deben tener una etiqueta que indique la fecha y el nombre de la unidad generadora; así como también se debe identificar claramente la palabra **PUNZOCORTANTE** y el símbolo **SUSTANCIA INFECCIOSA**.

**Foto N° 7.33. Contenedor para materiales punzocortantes**



**Fuente:** A1 Contenedores, 2010

## **b) Residuos Especiales Químicos**

### **– Medicamentos Caducados**

Los medicamentos caducados deberán ser almacenados temporalmente en cajas de cartón sellada y en una zona restringida para luego ser entregados a sus respectivos fabricantes o proveedores para su disposición final. Es importante mantener una lista de los medicamentos caducados, la misma que debe ser verificada y entregada al Administrador de Campamento para su posterior envío al proveedor.

### – Lámparas Fluorescentes

Se debe almacenar las lámparas fluorescentes en un área reservada, en cajas o, de preferencia, en un recipiente plástico para evitar que se rompan. Cuando se obtenga una cantidad suficiente, se deben enviar para reciclaje, con los siguientes datos:

- ✓ Nombre de la unidad generadora
- ✓ Nombre de la empresa que transporta
- ✓ Nombre y dirección del reciclador
- ✓ Número de lámparas enviadas
- ✓ Fecha de carga

No se debe romper o intentar cambiar la forma física de las lámparas; en caso de que existan lámparas rotas se deben almacenar en recipientes rígidos, resistentes y con tapas herméticas; además se debe lavar el área, para evitar la presencia de restos del interior de los tubos fluorescentes, pues entrar en contacto con los mismos es peligroso.

### Foto N<sup>o</sup> 7.34 y 7.35. Almacenamiento Temporal de Lámparas Fluorescentes



**Fuente:** Armas, F; 2009

## – Pilas y Baterías

La cantidad generada de pilas y baterías en el campamento, se deben coleccionar de una manera conjunta y siguiendo estos procedimientos:

- ✓ Las baterías que no estén totalmente descargadas se deben almacenar de manera que sus electrodos: no entren en contacto con los electrodos de las demás baterías y con objetos de metal.
- ✓ Las baterías de níquel-cadmio que no estén totalmente descargadas se deberán colocar individualmente, en bolsas plásticas antes de ser colocadas con otras baterías de Ni-Cd.
- ✓ De la misma forma, las pilas o baterías que presenten fugas se deberán acondicionar individualmente en bolsas plásticas antes de ser descartadas en recipiente rígido.

Los recipientes que se pueden utilizar para la recolección de este tipo de materiales, pueden ser de de polipropileno con capacidad de 3 ltrs. Es importante rotular el recipiente y ubicarlo en un espacio seguro y libre de humedad.

**Foto N° 7.36. Contenedores de Pilas y baterías**



**Fuente:** CEPIS, 2006

### **7.3.2. Recolección y Limpieza Interna**

El personal encargado de la recolección de los desechos peligrosos debe utilizar equipos de protección personal adecuado (mascarilla, guantes, mandil, etc.). También debe supervisar que las etiquetas hayan sido colocadas en cada contenedor correctamente.

Las bolsas plásticas que contienen residuos peligrosos, se deben recolectar y sellar diariamente cuando se haya completado las  $\frac{3}{4}$  partes de la capacidad del recipiente o al final de la jornada de trabajo con cualquier volumen de residuos. Se debe tener un cuidado extremo en no romper las bolsas.

Es importante lavar diariamente los contenedores de los desechos peligrosos; los recipientes que contienen materiales punzocortantes, de ninguna manera se deben vaciar o reusar.

### **7.3.3. Almacenamiento Temporal**

Dentro de la instalación para el almacenamiento de temporal de desechos peligrosos se deben ubicar contenedores de un mayor volumen y de fácil manipulación; para ello se recomienda utilizar contenedores de polietileno de media densidad provisto de tapa y ruedas y con capacidad de 120 ltrs.

Queda prohibido el almacenamiento de diferentes tipos de desechos sólidos en un mismo recipiente, más aun cuando puedan interactuar ocasionado situaciones de peligrosidad; por lo que se almacenarán en recipientes diferentes e independientes. Deberá verificarse su compatibilidad con otras sustancias de acuerdo a las hojas de seguridad que debe suministrarse el proveedor de los materiales.

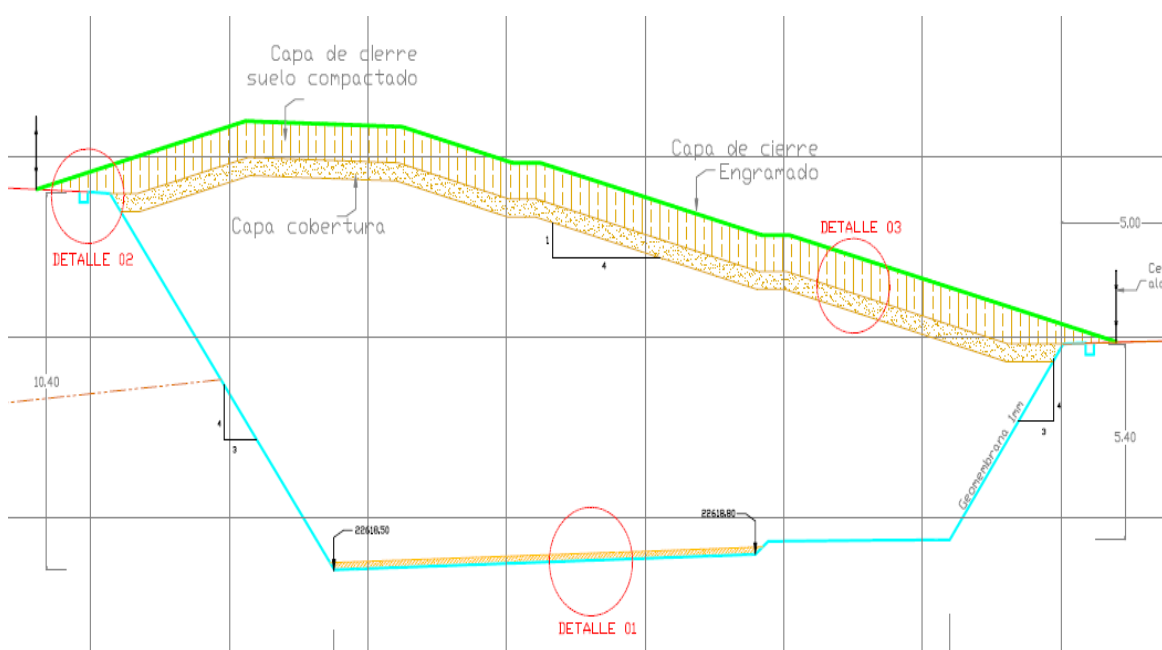
El personal encargado de la recolección dentro del proceso de gestión interna, debe diligenciar el registro de los desechos peligrosos que ingresan y egresan del sitio de almacenamiento (Anexo Mapa: Mapa 3, Hito 2).

### 7.3.4. Recolección y Transporte

En vista de que la producción de desechos peligrosos en el campamento es mínima, la frecuencia de recolección y transporte se recomienda que se realice 1 vez a la semana en horas de la mañana. Queda totalmente descartada la operación de recolección en horas de la noche por motivos de seguridad. La recolección de desechos peligrosos estará a cargo del Gobierno Municipal del Cantón El Chaco; para el efecto la municipalidad deberá contar con sistemas de transporte apropiados y un cubeto de seguridad.

### 7.3.5. Disposición final

Figura N° 7.5. Cubeto de Seguridad



Fuente: Fundación Natura (2008).

Los desechos peligrosos que deben ser enviados a un cubeto de seguridad que cuente con:

- ✓ Un sistema de impermeabilización con geomembrana y arcilla que evite la entrada de agua pluvial en su interior.
- ✓ El sistema debe estar compuesto de un colector y pozos de monitoreo de lixiviados

- ✓ Las celdas que contengan desechos que generen gases o vapores deben contar con colectores para la captación de gases.
- ✓ Recubrimiento de la superficie: capas de por lo menos 30 cm de piedra /grava.
- ✓ Finalmente se debe cubrir el relleno con una capa de cal y especies herbáceas

## **7.4. Manejo de Aguas Residuales**

Para el manejo de las aguas residuales generadas en el campamento, se deben considerar las medidas necesarias que garanticen que el efluente final de descarga cumpla con lo establecido en la Normativa Ambiental del Libro VI, Anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Afluentes: Recurso Agua, Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. A continuación se proponen las siguientes medidas:

### **7.4.1. Sistema de Segregación de Corrientes**

Es importante que se mantenga el actual sistema de segregación de aguas lluvias, aguas grises y aguas negras, ya que permite manejar independientemente el agua residual.

#### **Agua pluvial:**

El agua pluvial no requiere tratamiento alguno; sin embargo en los puntos de descarga de los canales de agua lluvia, se deben ubicar rejillas para evitar el ingreso de desechos sólidos u hojas secas hacia el canal. Tomando en cuenta este procedimiento, el agua pluvial finalmente podrá ser descargada al cuerpo receptor.

#### **Aguas Grises:**

Las aguas grises provenientes de las tinas, duchas, lavamanos y lavadoras contienen un alto contenido de sólidos suspendidos y disueltos, tales como: grasas, aceites y detergentes. Dadas las características presentes en las aguas

grises es importante que se realice un pre – tratamiento de estas aguas para que posteriormente se las incorpore a la Planta de Tratamiento de aguas Residuales.

### **Aguas Negras:**

Las aguas negras procedentes de los inodoros, cargadas con materia fecal, orina, sólidos suspendidos y coliformes fecales deben ser recogidas por medio de una tubería de drenaje con tubería PVC, para luego ser canalizadas hacia una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; es importante que en el ingreso a esta instalación se ubique un medidor de caudales y una caja de inspección para la toma de muestras necesarias para la verificación y control del funcionamiento de la planta

#### **7.4.2. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales**

Para el tratamiento de las aguas residuales generadas en el Campamento San Rafael se propone la instalación de las siguientes opciones:

##### **– Tanque Séptico**

Los tanques sépticos permiten recolectar y almacenar temporalmente el agua residual para su posterior tratamiento y descarga al cuerpo receptor, una vez que se garantice que los parámetros de descarga cumplen con lo estipulado con la Normativa Ambiental.

El tanque séptico, debe estar construido con material que impida la infiltración a los acuíferos subterráneos; además debe contar con una tapa de concreto y un tubo de ventilación de los gases generados por el proceso anaerobio de las bacterias.

Se propone que dicha instalación, se utilice para la recolección de las aguas residuales generadas en los baños del área de recreación del campamento (piscina, gimnasio, etc.), ya que debido a dadas las características topográficas del terreno, estas aguas no pueden ser incorporadas al sistema



de segregación de corrientes del campamento y son descargadas al ambiente sin ningún tipo de tratamiento.

#### – **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

La implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, tiene como objetivo principal la reducción de las concentraciones de sustancias contaminantes presentes en el agua residual, tales como: coliformes fecales, sólidos totales, metales pesados, grasas y aceites, entre otros.

Con el fin de dar cumplimiento en lo establecido en el Art. 4.2.3., de la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua del TULSMA; se propone la implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Paquete, en la que se deben considerar las variaciones de caudal actuales y futuras en el campamento (0.5 – 3 Ltrs/s) y las características del agua cruda y la calidad del efluente requerido.

Como una segunda opción, se plantea la re – adecuación del sistema de tratamiento actual, en la que se debe considerar los aspectos mencionados anteriormente; para esto Coca Sinclair E. P. debe contratar los servicios del equipo técnico que se encargará de la evaluación del sistema.

El efluente final del proceso de tratamiento deberá ser monitoreado permanentemente con el fin de dar cumplimiento a la normativa.

#### - **Sistema de Trampa de Grasas**

Las aguas grises generadas en el área de lavandería y cocina, deberán ser tratados mediante un sistema de trampa de grasas que separa el agua del material orgánico y sobrenadantes por efecto de las densidades. Para el correcto funcionamiento de la trampa de grasas se deben estimar las cantidades generadas, la velocidad del flujo y realizar el mantenimiento semanal respectivo.

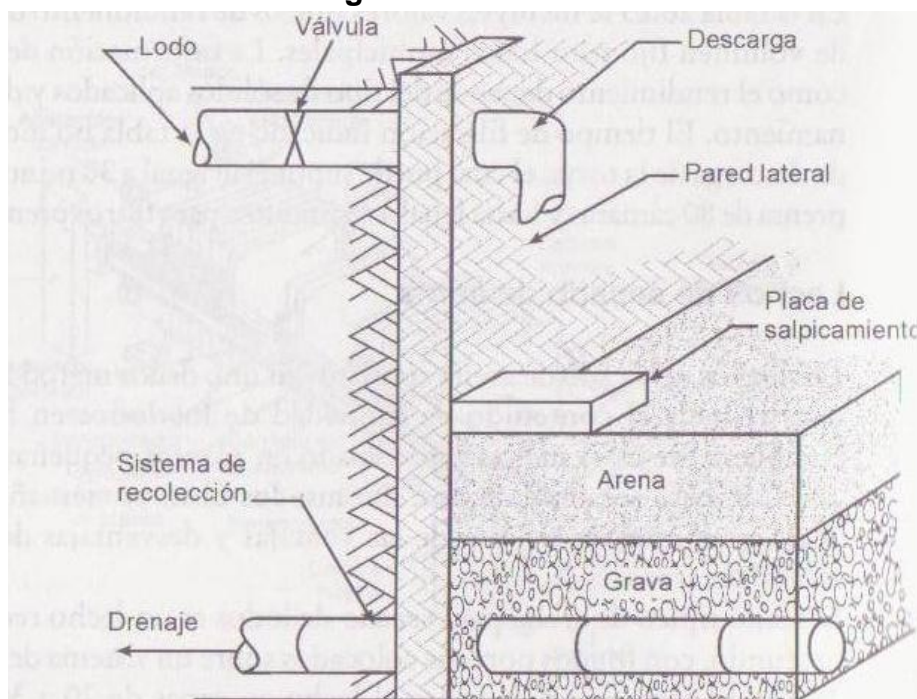
Para asegurar que todo el material orgánico sea removido, el efluente deberá ser conducido a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

### 7.4.3. Remoción y Tratamiento de Lodos

La frecuencia de remoción de lodos dependerá del sistema de tratamiento a implementar, mientras que para el tratamiento de lodos se propone llevar a cabo los siguientes procedimientos:

- Estabilización con cal: la adición de cal a los lodos producidos, permite eliminar olores y patógenos, mejora las características del secado y sedimentación de lodo.
- Secado de Lodos: para reducir el contenido de humedad presente en los lodos se recomienda adecuar el lecho de secado actual con una cubierta de policarbonato y una tubería para el desaguado de lodos; el agua producida en la deshidratación de lodos deberá ser conducida nuevamente hacia la PTAR.

**Figura N° 7.6. Lecho de secado de lodos**



Fuente: Romero J, 1999.

#### **7.4.4. Disposición de Lodos**

Una vez que los lodos procedentes de la PTAR han sido tratados, es importante que sean analizados para determinar sus características y con ello determinar su disposición final.

Los parámetros más importantes que deberán ser analizados son: pH, humedad, densidad, sólidos totales, materia orgánica, aceites y grasas, plomo, níquel, nitrógeno, cadmio, cianuros, sulfuros y fósforo.

La presencia de altos contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, indicarán la posibilidad de utilizar este material para la producción de compost; caso contrario, si se presentan altos contenidos de metales pesados y compuestos tóxicos, los lodos deberán ser evacuados tomando las medidas de seguridad respectivas, en el cubeto de Seguridad del Municipio del Chaco.

#### **7.4.5. Disposición de Efluentes**

Todo vertimiento de residuos líquidos provenientes del campamento deberá someterse a los requisitos y condiciones establecidas según la Normativa Ambiental para descarga de efluentes a un cuerpo receptor (cuerpo receptor identificado a 25 m de la PTAR). Para esto, se deberán realizar análisis de calidad de aguas, en las que se determinarán como mínimo los siguientes parámetros: DBO<sub>5</sub>, DQO, Índice de Coliformes Fecales, Sólidos Totales, Sólidos Disueltos Totales, Sustancias Solubles en Hexano, Nitritos, Nitratos, Nitrógeno Total, Sulfatos, pH.

## 7.5. Capacitación al Personal

La capacitación al personal del Campamento, debe permitir que los funcionarios conozcan todas las etapas del sistema adoptado para la gestión de los residuos.

El personal de Coca Sinclair deberá tener un conocimiento, referente a los siguientes temas:

- ✓ Formas de reducir la generación de residuos;
- ✓ Identificación y prácticas de segregación de residuos
- ✓ Reconocimiento de señalización de seguridad industrial para el manejo de los desechos
- ✓ Disponibilidad y ubicación de tachos de basura, contenedores y almacenes de residuos.
- ✓ La importancia del correcto uso de los Equipos de Protección Personal EPP
- ✓ Manejo de materiales peligrosos
- ✓ Programas de salud y seguridad industrial.

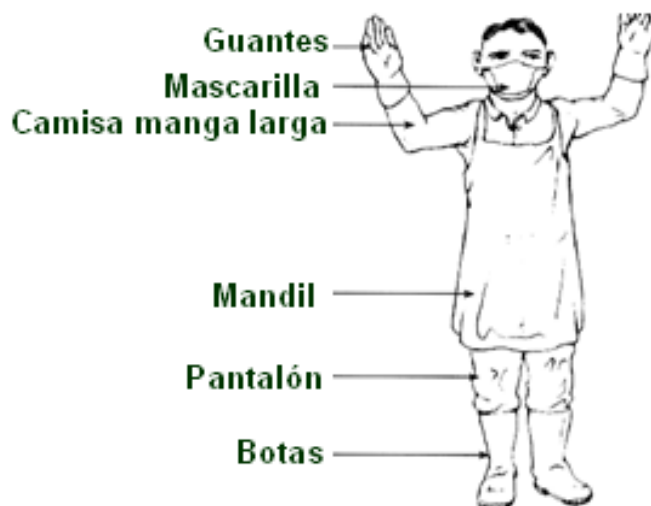
## 7.6. Normas de protección

El personal que realiza las labores de recolección, clasificación y almacenamiento de los desechos debe cumplir con las siguientes medidas:

- ✓ Conocer el horario de trabajo, responsabilidades y riesgo al que está expuesto.
- ✓ Protegerse mediante vacunas contra tétanos y hepatitis B.
- ✓ No comer, beber, fumar o maquillarse durante el trabajo.
- ✓ En caso de corte o microtraumatismo, lavar la herida con agua y jabón y acudir al médico de emergencia.
- ✓ Lavar y desinfectar el equipo de protección personal.
- ✓ Tomar un baño de ducha una vez terminada la jornada diaria.
- ✓ Trabajar con equipo de protección: Botas de PVC, de caña ancha, de color claro y con suela antideslizante, Guantes plásticos de PVC o de PEAD, Mandil plástico, de PVC o de PEAD, impermeable, Máscara facial

(o máscara de carbón activado para la recolección de residuos especiales químicos peligrosos)

**Figura N° 7.7. Equipos de Protección Personal**



Fuente: CEPIS, 2006

## 7.7. Monitoreo

El objetivo principal del Monitoreo será verificar la ejecución y efectividad de las medidas propuestas en el Plan de Manejo de Desechos, con el fin de dar cumplimiento en lo establecido en el Libro VI de la Calidad Ambiental tanto para desechos sólidos, peligrosos y líquidos.

El monitoreo de las actividades de cumplimiento del manejo de desechos propuesto, estará a cargo de la Sub – Gerencia Ambiental de Coca Sinclair E.P., quien deberá delegar al personal capacitado para cumplir con las siguientes actividades:

- Verificar el cumplimiento de las medidas preventivas para la generación de desechos.
- Revisión del sitio de almacenamiento temporal de los desechos
- Revisión mensual de los registros de producción diaria de desechos.

- Inspección mensual de los procesos de manejo de residuos peligrosos
- Inspección del transporte y disposición final realizada por el Gestor de Residuos, y solicitud de informe de labores realizadas por el mismo.
- Realizar mensualmente capacitaciones al personal y a la comunidad partícipe, respecto al manejo de desechos
- Realizar inspecciones periódicas a las instalaciones de la Microempresa Comunitaria conformada para la utilización de los residuos reciclables para su comercialización o rehúso.
- Contratar a un Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE), para realizar el monitoreos trimestrales de la calidad de aguas producidas en el Campamento San Rafael. (Anexo 1: Términos de Referencia para el Monitoreo de Calidad de las Aguas)

## **7.8. Sistemas de Registros**

- Registro de Recolección Diaria de Desechos
- Registro de Transporte y Disposición Final de los Desechos
- Registro para el Monitoreo de Calidad de las Aguas
- Registro de Capacitaciones realizadas
- Registro de Disposición de Medicinas Caducadas

## CAPITULO VIII

### 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1. Conclusiones generales

- El Proyecto de Tesis cumplió con sus principales objetivos, generando de forma detallada los procedimientos a seguir para el manejo adecuado de los desechos que se generan en el Campamento San Rafael; la implementación de este proyecto estará a cargo de la Empresa Coca Sinclair E. P.
- En los Cantones involucrados, es notable la ausencia de leyes y reglamentos que especifiquen de una manera más eficiente, el almacenamiento y disposición final de los desechos sólidos, líquidos y peligrosos.
- La implementación del plan de manejo permitirá minimizar los impactos generados al ambiente por la mala disposición; también evitará sanciones emitidas por las entidades de control ambiental y garantizará la salud de todo el personal.
- Con el aumento futuro de la población del campamento, las cantidades de desechos también aumentarán significativamente, por lo tanto la adopción de convenios de ayuda a la comunidad para la comercialización de desechos reciclables, puede convertirse en una opción prioritaria para la Empresa Coca Sinclair.
- Con la nueva propuesta de almacenamiento y disposición final de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos; se reducirán de forma significativa los impactos ambientales ocasionados por el mal manejo de los mismos.

- Las falencias encontradas en el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se deben a la falta de control y monitoreo del sistema por parte de personal capacitado.
- Durante el trabajo efectuado en campo, se registró un caudal de ingreso de 0.5 Ltrs/s de agua residual a la Planta de Tratamiento, la cual supera el caudal de diseño de 0.05 Ltrs/s. para un promedio de 80 personas; esto ha generado la desestabilización del equipo y problemas de rebose en los tanques de almacenamiento de agua residual
- Aunque las cantidades de desechos peligrosos generados en el campamento, son muy bajas; es importante que el personal que manipula este tipo de desechos tome las medidas de precaución necesarias para evitar cualquier tipo de accidente.

## **8.2. Recomendaciones**

- Se debe implementar de forma inmediata el plan de gestión de desechos propuesto, para que la empresa optimice recursos y promueva una mejora en el almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos.
- Se recomienda que los desechos orgánicos depositados en el área de almacenamiento temporal, sean recolectados como máximo cada dos días, debido a que el proceso de degradación de este tipo de desechos se efectúa rápidamente produciendo malos olores y la proliferación de organismos vectores.
- Para la implementación del presente trabajo, es importante que se imparta talleres de capacitación dirigido hacia el personal y contratistas de Coca Sinclair E.P.; así como también se debe capacitar a los miembros de las microempresas comunitarias sobre los procesos de gestión de desechos a implementarse.



- Es importante considerar que para el manejo adecuado de los desechos tanto sólidos, líquidos y peligrosos, se necesita personal técnico encargado del funcionamiento y monitoreo permanente de los sistemas de gestión propuestos.
- Para controlar las variaciones de caudal de ingreso de aguas residuales hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), es importante que se instale un medidor de caudales. El personal encargado debe mantener un registro del caudal así como también se indicará las condiciones diarias de operación de la PTAR.
- Para el desarrollo de las actividades de limpieza y mantenimiento de la PTAR, es importante la implementación de un tanque reservorio que permita alojar las aguas servidas y la instalación de canales perimetrales en el área de la planta de tratamiento para la recolección de cualquier derrame ocasionado.
- Se considera de alta prioridad que el Gobierno Municipal del Chaco agilite los procesos de financiamiento y construcción del Relleno Sanitario, ya que los problemas de contaminación ambiental debido a la inadecuada disposición de desechos se agudizan notablemente en la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL - EPA (1976):** Resource Conservation and Recovery Act, Título C “Hazardous Waste Management”. Estados Unidos.
- **Armas, F. (2009):** Introducción a los residuos peligrosos. Aspectos generales. Universidad de las Américas, presentación 2, diapositivas 37, 38 y 39.
- **Castro B. (2000):** Manual para el Manejo Adecuado de los Residuos Sólidos en Medianos y Pequeños Municipios. Corporación OIKOS. USAID. Quito – Ecuador.
- **CESTA, (2003):** Programa de Educación en Desechos Sólidos Módulo No. 6.
- **CONAM, (2001):** Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos – PIGARS, Perú.
- **Concejo Nacional de Electricidad – CONELEC (2009):** Plan Maestro de Electrificación 2009 – 2020. Ecuador.
- **Consortio de Municipios Amazónicos - COMAGA. (2009):** Encuesta a los Municipios, Gestión de Residuos Sólidos. Ministerio del Ambiente. Quito – Ecuador.
- **CYMA, Programa Competitividad y Medio Ambiente (2008):** Manual para la Elaboración de Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos, San José - Costa Rica.
- **Efficacitas, Consultora Ambiental (2009):** ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEFINITIVO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO COCA CODO SINCLAIR, Guayaquil – Ecuador.
- **ENTRIX, Consultora Ambiental (2009):** Estudio de Impacto Ambiental Vía de Acceso a la Casa de Máquinas del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. Quito – Ecuador.

- **FUNDACIÓN NATURA (2008):** Celda de Seguridad para la Disposición Final de Residuos Hospitalarios No Tratados. Quito – Ecuador.
- **Gobierno Municipal del Cantón El Chaco (2009):** Estudio Socioeconómico del Cantón El Chaco. El Chaco – Ecuador.
- **Gobierno Municipal del Cantón El Chaco. (2006):** Plan de Desarrollo Estratégico Cantonal, El Chaco – Ecuador.
- **Gobierno Municipal del Cantón Gonzalo Pizarro (2009):** Estudio Definitivo para el Diseño del Relleno Sanitario del Cantón Gonzalo Pizarro. Lumbaqui – Ecuador.
- **Hernández, C; Wehenpohl, G. (2002):** Manual para la rehabilitación, clausura y saneamiento de tiraderos a cielo abierto en el estado de México.
- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS – INEC (2001):** VI Censo de Población y Vivienda. Ecuador.
- **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI):** Inventario del período de 1975 – 1991 de la Estación San Rafael.
- **Jaramillo, J. (1999):** Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. controlados. OPS, CEPIS. Colombia.
- **Martínez, J. (2007):** Guía para la gestión integral de residuos peligrosos, Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, Ministerio del Ambiente, ECORAE, COMAGA. Quito – Ecuador.
- **Moscoso, J; Egocheaga, L. (2004):** Avances del Inventario Regional de las Aguas Residuales Domesticas en América Latina, Lima – Perú.
- **ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE SALUD – OPS (2002):** Análisis sectorial de los residuos sólidos en el Ecuador. División de Salud y Ambiente.
- **Proyecto CONAMA/GTZ (2005):** Guía para la elaboración de Planes de Manejo de Residuos Peligrosos.

- **PROGRAMA AMBIENTAL REGIONAL PARA CENTROAMÉRICA/SISTEMAS DE GESTIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE - PROARCA/SIGMA (2004):** Guía Práctica de Monitoreo de Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales. USAID, CCAD. El Salvador.
- **Roben, E. (2002):** Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. Loja – Ecuador.
- **Romero, J. (1999):** Tratamiento de aguas residuales - Teoría y principios de diseño, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia.
- **Rodriguez, M.; Cordova, A. (2006):** Manual de Compostaje Municipal, México.
- **SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL – SEDESOL (2006):** Manual para el manejo de basura en localidades de 100 habitantes, albergues y campamentos. México D.F.
- **Tchobanoglous, G.; Theisen, H.; Vigil, S. (1998):** Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I y II. Mc Graw – Hill/Interamericana de España, 2da edición. México.
- **TECNOHIDRO, (2009):** Manual de Operación y Mantenimiento de la Planta de Agua Residual, Quito – Ecuador.
- **TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE – TULSMA (2002):** Libro VI de la Calidad Ambiental, Título V, Capítulo I, Sección I: Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos, Ecuador.
- **TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE– TULSMA (2002):** Libro VI de la Calidad Ambiental, Título VII, Anexo I: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Ecuador.

## **NETGRAFÍA**

- **A1 Contenedores (2009):** Contenedor con tapa eléctrica. URL: [http://www.a1contenedores.net/modules.php?name=Downloads&d\\_op=viewdownloaddetails&lid=102&tttitle=CONTENEDOR%20CON%20TAPA%20ELECTRICA](http://www.a1contenedores.net/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownloaddetails&lid=102&tttitle=CONTENEDOR%20CON%20TAPA%20ELECTRICA)

Contenedor para punzocortantes PC – 1. URL: [http://www.a1contenedores.net/modules.php?name=Downloads&d\\_op=viewdownloaddetails&lid=83&tttitle=PC\\_1](http://www.a1contenedores.net/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownloaddetails&lid=83&tttitle=PC_1)

Descargado 20/08/10

- **CEPIS (2006):** El acondicionamiento de los residuos y sus etapas. URL: <http://www.cepis.org.pe/cursoreas/e/modulo2.html>

Descargado 22/10/10

- **Contenedores OTTO (2009):** Carros barrenderos. URL: <http://www.hws.com.mx/cibertienda/pro1/contenedores/pcontenedores10a.htm>

Descargado 6/10/10

- **Municipio de Santiago de Cali (2004):** Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS. URL: <http://www.cali.gov.co/publico2/documentos/varios/pgirs.pdf>.

Descargado 4/04/10

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **Términos de referencia para el monitoreo de la calidad de las aguas en el campamento San Rafael**

##### **1. INTRODUCCIÓN**

El presente documento define los requerimientos técnicos específicos para el monitoreo ambiental de las actividades que se realizan en el Campamento San Rafael del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, respecto a los temas relacionados con la calidad y cantidad del agua y sus efectos sobre la flora y fauna del lugar, en el marco de los objetivos establecidos por Coca Sinclair.

El monitoreo ambiental será llevado a cabo por un Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE); cuyos resultados obtenidos se enmarcarán en función de los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente.

##### **2. OBJETIVO**

###### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Implementar en el Campamento San Rafael, un protocolo de monitoreo ambiental (agua potable y residual), mediante la contratación de un Organismo de Acreditación Ecuatoriano – OAE, que permita establecer su calidad y cantidad a través de monitoreos con una determinada frecuencia en los sitios establecidos; el mismo que, servirá como referente para la ejecución de actividades en el Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair.

### **3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

El Organismo de Acreditación Ecuatoriano – OAE, tiene como objetivo específico:

- Obtener información confiable y representativa que permita diagnosticar el estado de la calidad físico, químico y bacteriológico del sistema afluente y efluente, tanto para el agua de consumo como aguas residuales y aguas lluvias.
- Controlar el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Campamento, con el fin de que la descarga del efluente cumpla con la Normativa Ambiental Vigente en el Ecuador.
- Comparar los resultados de los análisis de vertimientos y de agua potable, establecidos en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria.
- Efectuar las recomendaciones necesarias para optimizar el manejo y calidad de las aguas.

### **4. ALCANCE**

El presente documento suministra a la Empresa Coca Sinclair, los lineamientos prácticos para contratar e implementar un programa eficaz de monitoreo de calidad del agua tanto en las descargas como en las aguas receptoras. De esta manera, se podrá evitar la descarga de aguas que puedan tener efectos dañinos en los ecosistemas y en el ambiente y permitirán a la Empresa Pública cumplir con la Normativa Ambiental vigente Ecuador.

El protocolo de Monitoreo de la calidad de agua incluirá la toma de muestras ambientales por parte de un Organismo de Acreditación Ecuatoriano (OAE).

Para efectos de determinar la calidad de aguas y las características de algunos tipos de aguas asociadas a la fase operativa del Campamento San Rafael, objeto del monitoreo se establecerán de acuerdo a los presentes términos de referencia, sin embargo el consultor con base en su experiencia podrá sugerir nuevos sitios a monitorear.

Para el monitoreo de las aguas de todas las instalaciones del Campamento San Rafael, se deben tomar muestras antes y después del sistema de tratamiento (según sea el caso), para verificar la eficiencia del mismo; para lo cual los sitios de monitoreo garantizarán las condiciones adecuadas para la toma de muestras (cajas abiertas, personal para destapar cajas y demás).

Se deberá tomar un muestreo en los siguientes puntos específicamente:

<b>SITIO DE MONITOREO</b>	<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>
Planta de tratamiento de agua potable	➤ Antes y después.
Tanques de almacenamiento de aguas residuales	➤ Antes del ingreso
Planta de Tratamiento de aguas residuales	➤ Antes de la descarga al lecho de filtrado ➤ Descarga final.
Lecho de Secado de lodos	➤ Descarga final

El monitoreo de aguas debe ser realizado por personal entrenado y con experiencia para garantizar la representatividad de las muestras.

## 5. FRECUENCIA DE MONITOREO

La frecuencia del monitoreo se recomienda que se realice de manera trimestral en cada uno de los sitios de muestreo establecidos.

## 6. PARÁMETROS A MONITOREAR

### 6.1. AGUA RESIDUAL

<b>ÍTEM</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>CANTIDAD DE ENSAYOS</b>
2	Sustancias Solubles en Hexano	OAE	1
4	DBO	OAE	1
5	DQO	OAE	1
6	Mercurio	OAE	1
7	Nitratos	OAE	1
8	Nitrógeno Total	OAE	1
9	Ph	OAE	1
11	Sólidos totales	OAE	1
12	Sulfatos	OAE	1
13	Sulfuros	OAE	1
14	Nitritos	OAE	1
15	Índice de Coliformes Fecales	OAE	1



## 6.2. LODOS ACTIVOS

ÍTEM	PARÁMETRO	MÉTODO	CANTIDAD DE ensayos
1	pH	OAE	1
2	Densidad	OAE	1
3	Humedad	OAE	1
4	Sólidos Totales	OAE	1
5	Aceites y grasas	OAE	1
6	Materia Orgánica	OAE	1
7	Plomo	OAE	1
8	Níquel	OAE	1
9	Cadmio	OAE	1
10	Cobre	OAE	1
11	Cianuros	OAE	1
12	Sulfuros	OAE	1
13	Cinc	OAE	1
14	Arsénico	OAE	1
15	Mercurio	OAE	1
17	Selenio	OAE	1

## 7. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

El programa de monitoreo deberá contener recomendaciones y conclusiones concretas de propuestas para la optimización de los sistemas de tratamiento de aguas, o cualquier otra actividad ambiental tendiente a mantener la calidad ambiental de los recursos. Cada una de estas actividades estará acompañada de sus respectivos justificaciones, actividades a realizar y costos.

De acuerdo a los resultados del programa de monitoreo se seleccionarán los casos que requieren el desarrollo de estas alternativas, lo cual tiene el propósito fundamental de plantear de manera sencilla, concreta, viable y práctica, las alternativas

## 8. INFORMES

El OAE, deberá presentar un informe separado por cada monitoreo del desarrollo del trabajo. Los informes se deben presentar la información por triplicado (dos en medio físico) y uno en medio magnético (CD).

## ANEXO 2

### Instructivo para el personal de limpieza

#### 2.1. Manejo de desechos sanitarios

El Personal de limpieza deberá:

- Colocar en bolsas de polietileno de baja densidad y de color blanco los desechos sanitarios (papel higiénico, toallas sanitarias, algodón, etc.) generados en los baños del campamento.
- Retirar los desechos de los baños, una vez que se han llenado las  $\frac{3}{4}$  partes los mismos. Cerrar con un nudo el extremo abierto de la bolsa plástica.
- No tomar ni transportar las fundas de basura tomándolas por su parte inferior. Siempre se las debe transportar tomándolas desde su extremo superior en donde se ha realizado el nudo.
- Recolectar la basura en el carro barrendero y almacenar las fundas de color blanco, ubicarlas como material no reciclable. Estas deberán ser entregadas para su disposición final en el relleno sanitario.
- Utilizar el mismo color de funda si se trasfiere la basura de una funda a otra.
- Usar equipos de protección personal EPP: Botas de PVC, de caña ancha, de color claro y con suela antideslizante, Guantes plásticos de PVC o de PEAD, Mandil plástico, de PVC o de PEAD, impermeable, Máscara facial
- Lavarse las manos con abundante agua y jabón después de llevar a cabo esta actividad.

## 2.2. Manejo de desechos peligrosos

El Personal de limpieza deberá:

- Utilizar siempre equipo de protección personal
- Colocar en bolsas plásticas de color rojo los desechos infecciosos y ubicarlas dentro de contenedores sólidos de polietileno con tapa.
- Verificar el contenido de la ficha de descripción de los residuos peligroso y la simbología utilizada.
- Diariamente, al final de la jornada de trabajo se deberá recolectar los desechos peligrosos.
- No transferir basura de un una bolsa a otra o de un recipiente a otro
- Cerrar con un nudo el extremo abierto de la bolsa plástica.
- Tomar desde su extremo superior en donde se ha realizado el nudo las bolsas plásticas que contienen este tipo de residuos.
- Cambiar los recipientes que contienen material cortopunzante una vez que se ha llenado las  $\frac{3}{4}$  partes, y se los debe transportar al área de almacenamiento temporal adecuadamente tapados.

Los desechos de cualquier clase que ingresen deberán ser pesados y registrados para cuantificarlos a diario, mensual, trimestral y anualmente.

## ANEXO 3

### FORMATOS DE REGISTROS

#### 3.1. Recolección Diaria de Desechos

<b>RECOLECCIÓN DIARIA DE DESECHOS</b>
---------------------------------------

<b>FECHA:</b>			
<b>RESPONSABLE:</b>			
<b>TIPO DE DESECHO</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	
<b>ORGÁNICO</b>			
<b>RECICLABLES:</b>			
	<b>PAPEL Y CARTÓN</b>		
	<b>VIDRIO Y METAL</b>		
	<b>PLÁSTICOS</b>		
<b>OTROS:</b>			
	<b>PAPEL HIGIÉNICO</b>		
	<b>TEXTILES</b>		
	.....		
	.....		
	.....		
<b>PELIGROSOS</b>			
	<b>INFECCIOSOS</b>		
	<b>COMUNES</b>		
	<b>ESPECIALES</b>		

## 3.2. Transporte y Disposición Final de los Desechos

<b>FORMATO DE TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS</b>
--

SECCIÓN I: DATOS DEL CONDUCTOR	
NOMBRE DEL CONDUCTOR:	CI:
TIPO DE VEHÍCULO:	PLACAS:
CAPACIDAD DE CARGA DEL VEHÍCULO (M3):	
FECHA Y HORA DE PARTIDA:	
SECCIÓN II: DESTINO FINAL DE LOS DESECHOS	
<i>Marque con una X</i>	
RELLENO SANITARIO : <input style="width: 50px; height: 20px;" type="checkbox"/>	CUBETO DE SEGURIDAD: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="checkbox"/>
MICROEMPRESA C. : <input style="width: 50px; height: 20px;" type="checkbox"/>	GESTOR CALIFICADO: <input style="width: 50px; height: 20px;" type="checkbox"/>
SECCIÓN III: INFORMACIÓN DEL TIPO DE DESECHOS	
TIPO DE DESECHO	PESO (KG)
<b>TOTAL (KG)</b>	
SECCIÓN IV: CONTROL	
EN EL LUGAR DE ORIGEN	EN EL LUGAR DE DESTINO
<b>Despachado por:</b> ..... <p style="text-align: center;"><b>Firma y Nombre del Responsable</b></p>	<b>Transportado por:</b> ..... <p style="text-align: center;"><b>Firma y Nombre del Responsable</b></p>
<b>Inspeccionado por:</b> ..... <p style="text-align: center;"><b>Firma y Nombre del Responsable</b></p>	<b>Recibido por:</b> ..... <p style="text-align: center;"><b>Firma y Nombre del Responsable</b></p>

### 3.3. Formato de Monitoreo de Calidad de las Aguas

#### FORMATO PARA EL MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES

FECHA Y HORA DEL MONITOREO:	
PERSONA RESPONSABLE DEL MONITOREO:	
MATERIALES EMPLEADOS:	
PUNTOS DE MUESTREO:	

#### Inspección organoléptica:

COLOR:	
OLOR:	
OBSERVACIONES ADICIONALES:	

#### Análisis Físico - Químico de las Aguas Residuales

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	CUMPLIMIENTO CON LA NORMATIVA	
			CUMPLE	NO CUMPLE
Arsénico				
Aceites y Grasas				
Cadmio				
DBO				
DQO				
Mercurio				
Nitratos				
Nitrógeno Total				
pH				
Plomo				
Sólidos totales				
Sulfatos				
Sulfuros				
Fosforo				
Índice de Coliformes Fecales				

#### OBSERVACIONES:

.....



### 3.5. Formato de Entrega de Medicinas Caducadas

## **DISPENSARIO MEDICO DE COCA SINCLAIR E.P**

### *Acta de entrega de medicinas y suministros caducados:*

En el Dispensario Médico del Campamento San Rafael, del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair, con fecha....., los abajo firmantes realizamos la entrega a.....(proveedor) el lote de medicinas y suministros caducados, que se detallan en la lista adjunta, acumulado en los meses de.....

**Entregado por:**

**Recibido por:**

.....

.....

Nombre y Firma

Nombre y Firma



## ANEXO 4

### LISTADO DE GESTORES CALIFICADOS PARA EL RECICLAJE DE RESIDUOS - SECRETARIA DE AMBIENTE DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Nº	CERTIFICADO Nº	EMPRESA	REPRESENTANTE LEGAL	TIPO DE RESIDUOS	DIRECCIÓN	TELÉFONO
1	001 - GTR	HASWAT	Ing. Jaime Muñoz	Chatarra, vidrios, papel cartón.	Leonardo Da Vinci Nº30 y Durero	2891599 088250184 092368553
2	010-GTR	INDUSTRIA CARTONERA ASOCIADA S.A. INCASA	Ing. Washington Muñoz Lara	Papel, Cartón	Panamericana Sur Km. 7 1/2 Nº S26-183	2671900
3	005-GTR	RECIPLAST	Arq. Denis Durán	Papel, cartón, plástico, madera, chatarra, y llantas	Tadeo Benítez Oe1-324 y Vicente Duque, Carcelén Alto- Zona Industrial	2800182
4	008-GTR	PLÁSTICOS GUIDO RAMOS	Ing. Guido Ramos	Papel, cartón y chatarra	Av. 6 de diciembre N 53-21 y Cap. Ramón Borja	2409313
5	011-GTR	FUNDIRECICLAR	Ing. Jaime Chávez	Cartón, papel, chatarra, madera y plástico	Panamericana Norte Km. 14 1/2 Barrio El Carmen, entrada a Llano Grande	2825084
6	037-GTR	INTERCIA	Ing. Xavier Ycaza Buche	PET, cartón y papel	Av. Simón Bolívar Sector San Juan Alto Cumbayá	2323674 097968077
7	039-GTR	RECYNTER	Alejandro Haddad	Plástico, chatarra ferrosa y no ferrosa, papel y cartón	Eucaliptos No. 402 y Juncal, sector parque de los recuerdos	2473385
8	007-GTR	REYPROPAPEL RECICLAR CIA. LTDA	Ing. Marco Hermida	cartón, Papel, Chatarra y Plástico (exceptuando plástico de invernadero).	José Andrade y Vicente Duque, Sector Panamericana Norte Km. 7 1/2	2482797
9	004-GTR	A Y B RECICLAJES	Ing. José Arellano	Papel, cartón y plástico (exceptuando plástico de invernadero)	De los Arupos Nº140 y Av. Panamericana Norte	2478262
10	014-GTR	VICTOR CEPEDA	Víctor Cepeda	cartón, papel, chatarra ferrosa y no ferrosa, plástico	Teodoro Gómez de la Torre 725 y Pujilí	26613221

## ANEXO 5

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

#### A

**Aguas Residuales:** son líquidos turbios que contienen material sólido en suspensión. Cuando son frescas su color es gris, sobre ella flotan sustancias como: heces fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas, entre otros residuos de las actividades cotidianas del hombre.

**Aguas Pluviales:** provienen de las lluvias, se incluyen aquellas aguas provenientes de la nieve y granizo.

**Almacenamiento.** Es la acción del usuario de colocar temporalmente los residuos sólidos en recipientes, depósitos contenedores retornables o desechables, mientras se procesan para su aprovechamiento, transformación, comercialización o se presentan al servicio de recolección para su tratamiento o disposición final.

**Aprovechamiento.** Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

#### B

**Botadero:** Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario.

**Barrido y limpieza manual.** Es la labor realizada mediante el uso de fuerza humana y elementos manuales, la cual comprende el barrido para que las áreas públicas queden libres de papeles, hojas, arenilla acumulada en los bordes del andén y de cualquier otro objeto o material susceptible de ser removido manualmente.

## C

**Contenedor:** Recipiente de capacidad variable empleado para el almacenamiento de residuos sólidos.

**Compost:** Material aprovechable o abono que resulta de la degradación de compuestos orgánicos ricos en carbono y nitrógeno.

**Contaminación:** Es la presencia en el ambiente de una o más sustancias o cualquier combinación de ellas, que en suficiente concentración, perjudique o lesione la vida, la salud y el bienestar humano, de la flora, el resto de la fauna, degraden la calidad del aire, el agua, el suelo o los bienes y recursos en general.

**Cuerpo receptor:** Es todo río, lago, laguna, aguas subterráneas, cauce, depósito de agua, corriente, zona marina, estuarios, que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.

## D

**Disposición final de residuos.** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos, en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

## E

**Equipo de protección personal (EPP):** complemento físico que protege a los trabajadores de los riesgos laborales que se puedan producir

**Efluente:** Líquido proveniente de un proceso de tratamiento, proceso productivo o de una actividad.

## G

**Gestión integral de residuos sólidos.** Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

## I

**Impacto Ambiental:** Cualquier alteración de las propiedades físicas, químicas y biológicas resultantes de las actividades humanas que directamente afecten a la seguridad y bienestar de la población; las actividades socioeconómicas, estéticas y ambientales

## L

**Lodo.** Líquido con gran contenido de sólidos en suspensión, proveniente de la mezcla profusa de agua y tierra, por operaciones como el tratamiento de agua, de aguas residuales y otros procesos similares.

**Lixiviado.** Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas o anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

## M

**Metales pesados:** Metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

## R

**Residuo sólido o desecho.** Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas.

**Residuo sólido especial.** Residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye los residuos sólidos de establecimientos de salud, productos químicos y fármacos caducos, alimentos expirados, desechos de establecimientos que usan

sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

**Residuo peligroso.** Residuo sólido o semisólido que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables, explosivas o patógenas plantea un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al ambiente cuando su manejo se realiza en forma conjunta con los residuos sólidos municipales, con autorización o en forma clandestina.

**Residuo sólido domiciliario.** Residuo que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

**Relleno sanitario.** Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

## S

**Segregación.** Actividad que consiste en recuperar materiales reusables o reciclados de los residuos.

## T

**Tratamiento.** Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes.

## V

**Vector.** Ser vivo que puede transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos o a los animales directa o indirectamente. Comprende a las moscas, mosquitos, roedores y otros animales.

# ANEXO 6

## RESULTADOS GENERADOS EN EL LABORATORIO ACREDITADO

### 6.1. Resultado Mes de Octubre del 2009



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA  
INFORME DE RESULTADOS



INF.LAB.MI.16627  
ORDEN DE TRABAJO No.25401

SOLICITADO POR: HIDROELECTRICA COCA CODO  
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: Av. de los Shyris y Suecia  
MUESTRA DE: Agua  
DESCRIPCION: Agua Efluente planta de tratamiento aguas residuales  
LOTE: -----  
FECHA DE ELABORACION: -----  
FECHA DE VENCIMIENTO: -----  
FECHA DE RECEPCION: 28/10/09  
HORA DE RECEPCION: 10h54  
FECHA DE ANALISIS: 30/10/09  
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 09/11/09  
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA  
COLOR: Característico  
OLOR: Característico  
ESTADO: Líquido  
CONTENIDO DECLARADO: 1 galón  
CONTENIDO ENCONTRADO: -----  
OBSERVACIONES: Los Resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el OSP  
MUESTREADO POR: Qco. Lander Pérez. 29-30/10/09

#### INFORME

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
*INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	500	APIA 9221-C

#### DATOS ADICIONALES:

NMP/ 100 ml: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



"Los ensayos marcados con ( \* ) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"  
No OAE LEI C 04-002



*Maria D. Martinod*  
Bióq. Maria Dolores Martinod  
JEFE AREA DE MICROBIOLOGIA



OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
 LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
 INFORME DE RESULTADOS



INF-LAB-QAM-17557  
 ORDEN DE TRABAJO No 025400

SOLICITADO POR: HIDROELÉCTRICA COCA CODO SINCLAIR  
 DIRECCIÓN: AV. DE LOS SHYKIS Y SUECIA  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 30/10/2009  
 HORA DE RECEPCIÓN: 10H54  
 MUESTRAS DE: AGUA RESIDUAL  
 DESCRIPCIÓN: EFLUENTE PLANTA DE TRATAMIENTO  
 FECHA DE ANÁLISIS: 30/10 AL 13/11/2009  
 FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 17/11/2009  
 CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: TURBIA  
 ESTADO: LÍQUIDO  
 CONTENIDO: 1 GALÓN  
 MUESTREO POR: QUIM LINDER PÉREZ FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
 FECHA DE MUESTREO: 29/10/2009  
 OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el personal técnico del ISP

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS
ACEITES Y GRASAS	mg/l	6.0	APHA5520 B
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	41.01	APHA5210 B
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	183	APHA5220 C
NITRATOS (N-NO <sub>3</sub> )	mg/l	5.5	COLORIMÉTRICO HACH
NITRÓGENO TOTAL	mg/l	27	COLORIMÉTRICO MERCK
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	<0.1	APHA2540 B
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	650	APHA2540 B
FOSFORO	mg/l	4.76	APHA
SULFATOS	mg/l	94	APHA4500 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E
TPH	mg/l	<0.15	EPA418.1
pH	mg/l	7.5	APHA4500 H+ B



\*Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE\*

No OAE/LE IC 04-002



*Jenny Muñillo*  
 Dra. Jenny Muñillo  
 JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

**IMPORTANTE PARA EL USUARIO:** Exija el original. La Facultad no se responsabiliza por documentos fotocopiados.

## INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo # 102158  
Hoja 6 de 6

**NOMBRE:** Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair EP.  
**DIRECCIÓN:** Av. Shyris y Suecia  
**MUESTRA:** Agua descarga planta de tratamiento # 2  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido ligeramente turbio  
**ANÁLISIS:** Físico Químico  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 de julio del 2010  
**LOCALIZACIÓN:** Campamento San Rafael  
**ENVASE:** Botella de polietileno  
**REFERENCIA:** 102159  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 27 julio - 4 de agosto del 2010  
**MUESTREO POR:** El Laboratorio

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Recuento de Coliformes fecales (NMP/ml)	NTE INEN 1 529-8	46 x 10 <sup>4</sup>

Dr. Oscar Luzuriaga  
DIRECTOR EJECUTIVO

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB  
Este informe no es válido como INFORME TÉCNICO PARA REGISTRO SANITARIO

\* Autorización de envío vía electrónica: Dr. Oscar Luzuriaga - Pcte

Fecha emisión: 04-08-2010

Este informe no reemplaza al original y será válido únicamente por escrito en hoja membreada con sellos respectivos y firma original de la persona responsable.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO**

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.

Av. Pérez Guerrero Oe-21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax: 2563225 / 2235404 / 3214333 / 3214353 Cel.: 09 9442-153

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

E-mails: [olg@ecnet.net](mailto:olg@ecnet.net) / [druzuriaga@hotmail.com](mailto:druzuriaga@hotmail.com) / [servicioalcliente@labolab.com.ec](mailto:servicioalcliente@labolab.com.ec)

Quito - Ecuador





ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

### INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo # 102158  
Hoja 5 de 6

**NOMBRE:** Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair EP.  
**DIRECCIÓN:** Av. Shyris y Suecia  
**MUESTRA:** Agua descarga planta de tratamiento # 2  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido ligeramente turbio  
**ANÁLISIS:** Físico Químico  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 de julio del 2010  
**LOCALIZACIÓN:** Campamento San Rafael  
**ENVASE:** Botella de polietileno  
**REFERENCIA:** 102159  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 27 julio - 4 de agosto del 2010  
**MUESTREO POR:** El Laboratorio

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	APHA 5520	291.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	APHA 5510	247.00
Sólidos sedimentables (mg/L)	APHA 2540	0.50
Sustancias solubles en hexano (mg/L)	APHA 5540	3.52
Nitrógeno total (mg/L)	Colorimétrico	95.00
Fósforo (mg/L)	Colorimétrico	3.62

Dr. Oscar Luzuriaga  
PRESIDENTE

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB  
Este informe no es válido como INFORME TÉCNICO PARA REGISTRO SANITARIO

\* Autorización de envío vía electrónica: Dr. Oscar Luzuriaga - P.dte. Fecha emisión: 04-08-2010  
Este informe no reemplaza al original y será válido únicamente por escrito en hoja membretada con sellos respectivos y firma original de la persona responsable.

**FORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACION NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO**  
Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
Av. Pérez Guerrero De-21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax: 2563225 / 2235404 / 3214333 / 3214353 Cel.: 09 9442-153  
[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec) E-mails: [olg@ecnet.net](mailto:olg@ecnet.net) / [dluzuriaga@hotmail.com](mailto:dluzuriaga@hotmail.com) / [servicioalcliente@labolab.com.ec](mailto:servicioalcliente@labolab.com.ec)  
Quito - Ecuador



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo # 102158  
Hoja 3 de 6

**NOMBRE:** Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair EP.  
**DIRECCIÓN:** Av. Shyris y Suecia  
**MUESTRA:** Agua Residual San Rafael 6:45 Muestra # 1  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido turbio  
**ANÁLISIS:** Microbiológico  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 de julio del 2010  
**LOCALIZACIÓN:** Campamento San Rafael  
**ENVASE:** Botella de polietileno  
**REFERENCIA:** 102158  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 27 julio – 4 de agosto del 2010  
**MUESTREO POR:** El Laboratorio

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Recuento de Coliformes fecales (NMP/ml)	NTE INEN 1.529-8	11 x 10 <sup>6</sup>

Dr. Oscar Luzuriaga  
DIRECTOR EJECUTIVO

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB  
Este informe no es válido como INFORME TÉCNICO PARA REGISTRO SANITARIO

\* Autorización de envío vía electrónica: Dr. Oscar Luzuriaga - P.ota.

Fecha emisión: 04-08-2010

Este informe no reemplaza al original y solo es válido únicamente por escrito en hoja membretada con sellos respectivos y firma original de la persona responsable.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.

Av. Pérez Guerrero Oe-21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax: 2563225 / 2235404 / 3214333 / 3214353 Cel.: 09 9442-153

[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec)

E-mails: [olg@ecnet.net](mailto:olg@ecnet.net) / [drluzuriaga@hotmail.com](mailto:drluzuriaga@hotmail.com) / [servicioalcliente@labolab.com.ec](mailto:servicioalcliente@labolab.com.ec)

Quito - Ecuador



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

**INFORME DE RESULTADOS**

Orden de trabajo # 102158  
Hoja 2 de 6

**NOMBRE:** Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair EP.  
**DIRECCIÓN:** Av. Shyris y Suecia  
**MUESTRA:** Agua Residual San Rafael 6:45 Muestra # 1  
**CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA:** Líquido turbio  
**ANÁLISIS:** Físico Químico  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 27 de julio del 2010  
**LOCALIZACIÓN:** Campamento San Rafael  
**ENVASE:** Botella de polietileno  
**REFERENCIA:** 102158  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO:** 27 julio - 4 de agosto del 2010  
**MUESTREO POR:** El Laboratorio

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	APHA 5520	1046.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	APHA 5510	933.00
Sólidos sedimentables (mg/L)	APHA 2540	4.00
Sustancias solubles en hexano (mg/L)	APHA 5540	4.75
Nitrógeno total (mg/L)	Colorimétrico	92.00
Fósforo (mg/L)	Colorimétrico	0.99

Dr. Oscar Luzuriaga  
PRESIDENTE

El presente informe solo es válido para la muestra analizada.  
Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB  
Este informe no es válido como INFORME TÉCNICO PARA REGISTRO SANITARIO

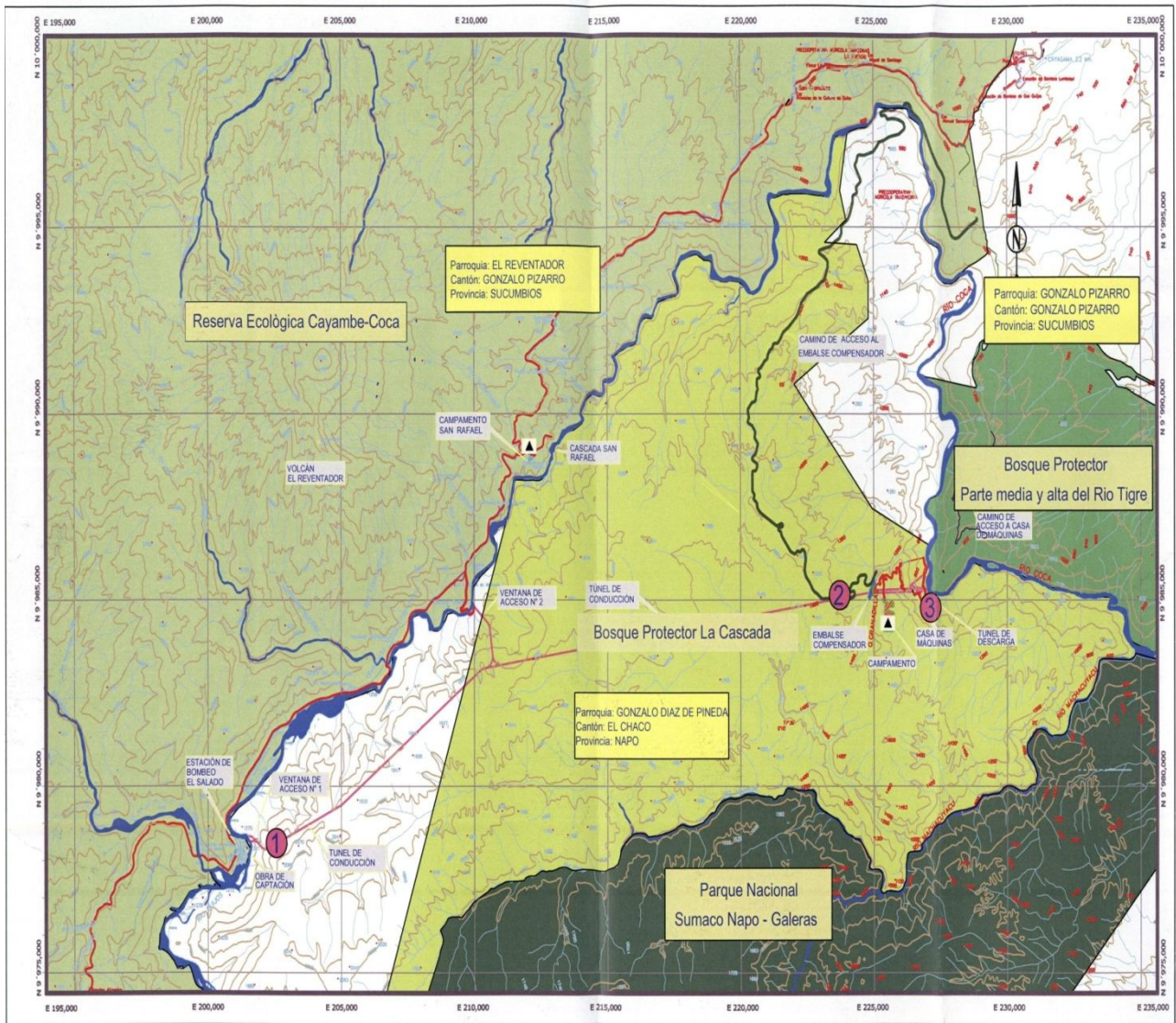
\* Autorización de envío vía electrónica: Dr. Oscar Luzuriaga - P.ots. Fecha emisión: 04-08-2010  
Este informe no reemplaza al original y será válido únicamente por escrito en hoja membretada con sellos respectivos y firma original de la persona responsable.

**INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACION NUTRICIONAL PARA REGISTRO SANITARIO**  
Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.  
Av. Pérez Guerrero Oe-21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telefax: 2563225 / 2235404 / 3214333 / 3214353 Cel.: 09 9442-153  
[www.labolab.com.ec](http://www.labolab.com.ec) E-mails: oig@ecnet.net / driuzuriaga@hotmail.com / servicioalcliente@labolab.com.ec  
Quito - Ecuador

# ANEXO 7

## MAPAS

### 7.1. Mapa 1: Ubicación del Proyecto Coca Codo Sinclair

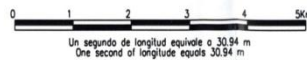


MAPA Nº1: UBICACION DEL PROYECTO HIDROELECTRICO COCA CODO SINCLAIR

**LEYENDA CONVENCIONAL**

Vía Quito - Lago Agrio	—————	■
Caminos de acceso al proyecto	—————	■
Túneles	—————	▲
Componentes	—————	▲

ESCALA 1:50.000



**ELEVACIONES EN METROS**

INTERVALO DE CURVAS DE NIVEL DE 40 METROS  
CURVAS SUPLEMENTARIAS DE 20 METROS

ELIPSOIDE: INTERNACIONAL PSAD 56  
PROYECCION: UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR  
DATUM HORIZONTAL: PROVISIONAL DE SUD AMERICA, LA CARRERA-VENEZUELA

FOTOGRAFÍA AÉREA TOMADA EN JULIO DE 1983  
LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO EN 1986



## 7.2. Mapa 2: Sistema de Alcantarillado en el Campamento San Rafael



### 7.3. Mapa 3: Ubicación futura de los contenedores de basura en el Campamento San Rafael

