



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE IBARRA**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
“ECAA”**

INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN

TEMA:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LODOS PROVENIENTES
DEL RESERVORIO DE LA ESTACIÓN HIDROELÉCTRICA “EL AMBI”.”**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Línea 2. Ambiente y Biodiversidad
Sublínea 2.2 Impactos Ambientales

AUTORA: CRISTINA POLETH VÁSQUEZ FLORES

ASESOR: MG. HÉCTOR FUERTES

IBARRA, MARZO 2018



Ibarra, 26 marzo del 2018

Magister Héctor Daniel Fuertes Orbe
ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....

Mg. Héctor Daniel Fuertes Orbe

C.C: 1001976693



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f):.....

Mg. Héctor Daniel Fuertes Orbe (Asesor)

C.C. 1001976693

(f):.....

Mg. Diego Leopoldo Mejía Romo (lector)

C.C. 1001912961

(f):.....

Ph.D. Yadira Fernanda Ordoñez Vivanco (lector)

CC.1103764864



CESIÓN DE DERECHOS

Yo Cristina Poleth Vásquez Flores, declaro conocer y aceptar la disposición del Art.66 del Instructivo de Trabajo de Grado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI), que en su parte pertinente manifiesta textualmente: “Forman parte del patrimonio de la universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la universidad”

Ibarra, marzo del 2018

Cristina Poleth Vásquez Flores

C.C.: 1003624986



AUTORÍA

Yo, Cristina Poleth Vásquez Flores, portador de la cédula de ciudadanía N°1003624986, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad de la autora, y que se ha respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes.

f).....

Cristina Poleth Vásquez Flores

C.C.: 1003624986



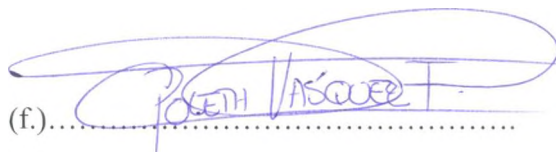
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: Cristina Poleth Vásquez Flores, con CC: 1003624986, autor del trabajo de grado titulado: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LODOS PROVENIENTES DEL RESERVORIO DE LA ESTACIÓN HIDROELÉCTRICA “EL AMBI”.”, Previo a la obtención del título profesional de Ingeniería en Ciencias Ambientales y Eco desarrollo, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA).

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, marzo del 2018

(f.).....

Cristina Poleth Vásquez Flores

C.C.: 1003624986



DEDICATORIA

Este proyecto de investigación previo a la obtención de mi título se lo quiero dedicar principalmente a mis padres que siempre me han apoyado y han confiado en mí en cada toma de decisiones, gracias a ellos soy una persona íntegra con valores y principios.

Poleth Vásquez Flores.



AGRADECIMIENTOS

Un trabajo de investigación es fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Quiero agradecer primeramente a mis padres por darme la vida, guiar mis pasos, apoyarme en cada etapa de mi vida y a mi hermano, por estar presente y compartir cada alegría y ayudarme en cualquier problema; a toda mi familia que de una u otra forma estuvieron presentes y pendientes de mi vida estudiantil y en este logro que es la culminación de mi carrera universitaria.

Hago un agradecimiento a EMELNORTE SA, que ha sido parte fundamental del proyecto de investigación y me ha brindado la facilidad de obtener información para la realización de la misma.

Un agradecimiento especial a mi asesor de tesis, al Mg. Héctor Fuertes por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo. Gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a esta universidad.

A todos mis profesores que me han impartido sus conocimientos y me han ayudado a mi formación académica.

Y a mis amigos y futuros colegas, que siempre me han prestado un gran apoyo moral con sus alegrías y locuras, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo, ellos en estos 5 años se han convertido en mi segunda familia.

ÍNDICE

CERTIFICA:	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	ii
CESIÓN DE DERECHOS	iii
AUTORÍA	iv
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPITULO I	24
1. GENERALIDADES	24
1.1. Planteamiento del Problema	24
1.2. Justificación	25
1.3. Objetivos	26
1.3.1. Objetivo General	26
1.3.2. Objetivos Específicos	26
CAPÍTULO II	27
2. ESTADO DEL ARTE	27
2.1. Definiciones:	27
2.1.1. Energía hidráulica:	27
2.1.2. Generación Hidroeléctrica:	27
2.1.3. Central de Generación Hidroeléctrica	27
2.1.4. Clasificación de las centrales hidroeléctricas	28
2.1.5. Infraestructura civil mínima de una central hidroeléctrica	28
2.1.6. Calidad del Agua del Reservorio:	31
2.1.7. Definición de Lodo:	32
2.1.8. Tipos de lodos generados	32

2.1.9. Muestreo y análisis de suelos	32
2.1.10. Condiciones generales para el muestreo.....	34
2.1.11 Tipos de tratamientos de lodos:.....	34
2.1.12. Nutrientes del suelo.....	35
2.1.13. Experimento de tratamiento de lodos.	36
2.1.14. Descripción del Reservorio de la Hidroeléctrica El Ambi *8MW*.....	37
2.1.15. Descripción de los componentes Ambientales:	42
2.2. Marco Legal.....	52
2.2.1. Convenios Internacionales:	52
2.2.2. Marco Legal Específico:.....	53
2.2.3. Marco Administrativo:	54
CAPÍTULO III.....	55
3. MATERIALES Y MÉTODOS	55
3.1. Materiales y equipos:	55
3.2. Metodología aplicada para muestreo de los lodos del reservorio de la central El Ambi:.....	55
3.2.1. Criterio para la selección del punto de muestreo de lodo.....	55
3.2.2. Descripción técnica de puntos de monitoreo de lodo:.....	55
3.2.3. Toma de Muestras de sedimentos en el reservorio:.....	57
3.2.4. Parámetros Muestreados:.....	59
3.3. Análisis de lodos realizados en el laboratorio de suelos y aguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra	60
3.3.1. Porcentaje de Humedad.....	61
3.3.2. Fósforo (P):.....	61
3.3.3. Calcio (Ca):	62
3.3.4. Hierro (Fe):.....	62
3.3.5. Manganeseo (Mn):	62

3.3.6. Amonio (NH ₄):	63
3.3.7. Nitratos (NO ₃ ⁻):	63
3.3.8. Nitritos (NO ₂ ⁻):	63
3.3.9. Sólidos disueltos 110° centígrados:	64
3.3.10. Volumen de lodos:	64
3.4. Encuestas a los agricultores aledaños	64
CAPITULO IV	66
4. RESULTADOS	66
4.1. Descripción del análisis de laboratorio para la muestra de agua	66
4.2. Descripción del análisis de Laboratorio Havoc para la Muestra de Lodos del Reservorio.....	66
4.2.1. Análisis de los resultados para muestra de lodos:	68
4.3. Resultado de análisis de lodos realizados en el laboratorio de suelos y aguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.....	68
4.3.1. Humedad de lodos deshidratados:	70
4.4. Análisis de capacidad de almacenamiento del reservorio de la hidroeléctrica El Ambi.	72
4.4.1. Datos del reservorio:.....	72
4.5. Encuestas:.....	77
CAPÍTULO V	80
5. DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LODOS PROVENIENTES DEL RESERVORIO DE LA ESTACIÓN HIDROELÉCTRICA "EL AMBI".	80
5.1. Alcance del sistema.....	80
5.1.1. Consideraciones Generales.....	80
5.2. Medidas del sistema de gestión de lodos.....	81
5.2.1. Sistema de Recolección.....	81
5.2.2. Conformación de Bermas	82
5.2.3. Almacenamiento temporal y lecho de secado.	89

5.3. Socialización de la Investigación.....	93
CAPITULO VI	96
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
6.1. Conclusiones	96
6.2. Recomendaciones:	97
Bibliografía	98
Anexos	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados del Análisis de aguas del reservorio.....	31
Tabla 2 Ficha Técnica del Reservorio de la Central El Ambi.....	38
Tabla 3 Precipitación Media Mensual, Estación meteorológica Atuntaqui.	43
Tabla 4 Flora Representativa del Lugar	50
Tabla 5 Fauna asociada al componente flora de la zona:	51
Tabla 6 Descripción de los Puntos de Monitoreo de sedimentos del reservorio de la central El Ambi.	57
Tabla 7 Parámetros Muestreados de lodos (sedimentos) del reservorio de la central El Ambi	60
Tabla 8 Resultados del Análisis de Lodos del Reservorio El Ambi	67
Tabla 9 Análisis de parámetros físicos y químicos de los lodos del reservorio de la central hidroeléctrica el Ambi.....	69
Tabla 10 Parámetros de calidad de un mejorador de suelo.....	69
Tabla 11 Porcentajes de Humedad a temperatura 110°C.....	70
Tabla 12 Porcentaje de Humedad a 60° C de temperatura.....	71
Tabla 13 Datos del Reservorio	72
Tabla 14 Verificación del talud:	72
Tabla 15 Cálculo del lecho del reservorio	73
Tabla 16 Medidas del lodo.....	74
Tabla 17 Datos del Lecho del reservorio	75
Tabla 18 Verificación del talud:	75
Tabla 19 Cálculo del lecho del reservorio	75
Tabla 20 Datos de la media de la línea de lodo	76
Tabla 21 Coordenadas de terrenos de agricultores	79
Tabla 22 Registro de Agricultores.....	79
Tabla 23 Especificaciones técnicas de las bermas.....	83
Tabla 24 Especies elegidas para la siembra.....	87
Tabla 25. Presupuesto para la construcción del área de almacenamiento y bermas en el reservorio de la hidroeléctrica el Ambi.....	132
Tabla 26 Número de volquetas, metros cúbicos y contactos de agricultores a entregar la tierra. ..	133
Tabla 27 Comunicación de cese de operaciones. Anexo MO1	134
Tabla 28 Registro de Cierre de Compuertas. Anexo MO2	135
Tabla 29 Comunicación de Ingreso de Maquinaria. Anexo MO3	136
Tabla 30 Bitácora de Extracción. Anexo MO4.....	137

Tabla 31 Registro de Mediciones de humedad. Anexo MO5.....	138
Tabla 32 Notificación de humedad óptima. Anexo MO6.....	139
Tabla 33 Formulario de Entrega- Recepción. Anexo MO7.....	140
Tabla 34 Acta de selección de especies. Anexo MO8.....	141
Tabla 35 Costos unitarios limpieza manual del terreno.....	142
Tabla 36 Precio unitario excavación y desalojo sin clasificar a máquina h=0.80-2.00 m, a=0.60m. distancia mayor a 1 km y menor a 3.5 km.....	143
Tabla 37 Precio unitario replanteo y nivelación con equipo topográfico.....	144
Tabla 38 Precio unitario relleno compactado con mat. de mejoramiento: lastre y plancha compactadora.....	145
Tabla 39 Precio unitario contrapiso h.s 180kg/cm ² . e = 6 cm. piedra bola. equipo: concreteira 1 saco.....	146
Tabla 40 Precio unitario malla electro soldada 5 mm a 10 cm (malla r-196).....	147
Tabla 41 Precio unitario hormigón simple f _c = 210kg/cm ²	148
Tabla 42 Precio unitario cadenas h.s 210 kg/cm ² , 30x30cm.....	149
Tabla 43 Precio unitario encofrado / desencofrado.....	150
Tabla 44 Precio unitario encofrado con duela- cadena 25x25.....	151
Tabla 45 Precio unitario acero de refuerzo 8 -12 mm. alambre galvanizado # 18 . equipo: cizalla.....	152
Tabla 46 Precio unitario tubería PVC 75mm.....	153
Tabla 47 Precio unitario codo la-el e=6mm 45° d=90mm.....	154
Tabla 48 Precio unitario tubería PVC 110mm desagüe (mat/tran/inst).....	155
Tabla 49 Precio unitario rejilla exterior de piso 100mm.....	156
Tabla 50 Precio unitario salidas de aguas lluvias PVC 75mm. unión codo.....	157
Tabla 51 Precio unitario enlucido vertical paleteado fino (fachada, filos, fajas).....	158
Tabla 52 Precio unitario masillado en losa + impermeabilizante, sika 1 , e=3cm, mortero 1:3 ..	159
Tabla 53 Precio unitario desalojo a máquina. Equipo: cargadora frontal y volqueta.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación del Proyecto	39
Figura 2 Esquema general del Reservorio de El Ambi.....	41
Figura 3. Compuertas de evacuación de lodos.	41
Figura 4 Vista Panorámica del Reservorio de El Ambi.	42
Figura 5 Variación de la precipitación media mensual multianual de la estación meteorológica Atuntaqui (anexo 14).....	43
Figura 6 Uso de suelo.....	45
Figura 7 Pendientes del área del Reservorio.....	46
Figura 8 Susceptibilidad a la Erosión.	47
Figura 9 Mapa hidrológico	48
Figura 10 Puntos de muestreo dentro del reservorio de la Hidroeléctrica el Ambi.....	59
Figura 11 Imagen de los alrededores del reservorio de la hidroeléctrica El Ambi; señalando los agricultores a entregar la tierra.	78
Figura 12 Sistema de recolección de lodos del reservorio de la hidroeléctrica "El Ambi"	82
Figura 13 Corte Lateral de la berma	84
Figura 14 Plano colocación de las bermas.....	84
Figura 15 Corte frontal berma norte	85
Figura 16 Corte Lateral berma Norte (referencial)	85
Figura 17 Estructura del sistema de sembrado	88
Figura 18 Ubicación del área de almacenamiento temporal	89
Figura 19 Sistema de drenaje del área de almacenamiento temporal.....	91
Figura 20 Sistema de drenaje	92
Figura 21 Gráfica del aspecto organizacional del evento de socialización	94
Figura 22 Gráfica del aspecto ejecución del evento por parte del expositor.	94
Figura 23 Gráfica del aspecto medición de impacto de la investigación.	95
Figura 24 Reservorio vaciado.....	107
Figura 25 Limpieza del reservorio (lodo).....	107
Figura 26 Reservorio lleno de lodos.....	108
Figura 27 Exposición del proyecto.....	109
Figura 28 Socialización.....	110
Figura 29 Encuesta al Sr. Marco Bolívar, agricultor de la zona.	110
Figura 30 Encuesta al Sr. Richard Erazo, agricultor de la zona.....	111
Figura 31 Encuesta al Sr. José Álvarez, agricultor de la zona.	111

Figura 32 Muestra de lodos.....	112
Figura 33 Filtrado de agua.	112
Figura 34 Secado de lodos en cápsulas.	113
Figura 35 Análisis de Fosfato.....	113
Figura 36 Análisis de Hierro.	114
Figura 37 Análisis de pH.....	114
Figura 38 Calculando el peso de la cápsula con muestra de lodo	115
Figura 39 Diagrama de procesos para el manual de procedimientos.	120

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Certificación y vigencia de la autorización al proceso N° I-73-761. Oficio Nro. SENAGUA-SDHMR 17-2017-0349-O.....	101
Anexo 2 Análisis aguas antes y después del reservorio por el laboratorio certificado HAVOC.	102
Anexo 3 Análisis de lodos del reservorio de la central hidroeléctrica el Ambi por el laboratorio certificado HAVOC.	103
Anexo 4 Listado de asistentes a la socialización.	104
Anexo 5 Modelo de encuesta a la población aledaña de la central hidroeléctrica el Ambi.....	105
Anexo 6 Modelo encuesta para el proceso de socialización de investigación.	106
Anexo 7 Reservorio completamente vaciado.	107
Anexo 8 Limpieza del reservorio (acarreado de lodos)	107
Anexo 9 Socialización en la sala de conferencias de la PUCE-SI.	109
Anexo 10 Encuesta agricultores aledaños a la central hidroeléctrica el Ambi.....	110
Anexo 11 Análisis de la muestra de lodo en el laboratorio de la Puce-si.	112
Anexo 12. Manual de procedimientos.	116
Anexo 13 Precios Unitarios.....	142

RESUMEN

El presente trabajo pretende encontrar soluciones prácticas a un problema puntual, que es la acumulación de lodos en el reservorio de la central Hidroeléctrica El Ambi, propiedad de la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. EMELNORTE.

Utilizando métodos de análisis de suelos, se realizó un proceso de muestreo y análisis de los lodos del reservorio de El Ambi, con el fin de conocer la composición y características que me permitieron marcar las directrices del presente proyecto de investigación, los resultados se compararon con los límites máximos permisibles que están determinados en el anexo 2 del libro VI del TULSMA, Norma de Calidad de Suelos, Tabla 3 Criterios de remediación o restauración de suelos, determinándose que una vez secados son aptos para la utilización como suelos agrícolas ya que contienen 1.83 % de materia orgánica.

Se ha considerado que en base a los 4500 m³, aproximados, anuales de lodos generados, la disposición final de 1000 m³ se la realizará en bermas que se dispondrán en los flancos del reservorio, una berma por año, las mismas que actuarán como lechos de secado y además brindarán la oportunidad de colocar especies vegetales que conformarán cortinas rompe viento naturales, dando un aspecto más agradable al entorno, y una mayor protección al cuerpo de agua del reservorio.

Paralelamente se realizará un área de secado de lodo de hormigón de 100 m de largo y 40 m de ancho, considerando que este lodo se utilizará para la entrega de 2320 m³ al año, aproximadamente, a los agricultores locales, mediante volquetes (8m³) que cargarán directamente el material desde el área de secado hasta cada terreno, manteniendo registros de las actividades planificadas y ejecutadas con la finalidad de dar una correcta trazabilidad a los lodos.

Palabras claves: Hidroeléctrica, Reservorio, Gestión Integral, lodos, Sedimentos, Muestreo.

ABSTRACT

The present work which deals with practical solutions for a specific problem, which is the accumulation of sludge in the central reservoir the Ambi Hydroelectric Plant, owned by EMELNORTE SA.

Using methods of soil analysis, carrying out a sampling and analysis process of the sludge from the Ambi reservoir, in order to know the exposure and the characteristics that allowed me to mark the guidelines of the present research project, the results were compared with The maximum permissible limits are in Annex 2 of Book VI of the TULSMA, Soil Quality Standard, Table 3 Criteria for remediation or restoration of soils, determining that once dried they are apt for the use as agricultural soils since they contain 1.83% of organic matter.

It has been considered that based on the 4500 m³, approximate, annual generated sludge, the final disposal of 1000 m³ will be made in berms that will be placed on the flanks of the reservoir, one berm per year, which will act as beds of drying and also provide the opportunity to place plant species that will form natural windbreak curtains, giving a more pleasant appearance to the environment, and greater protection to the water body of the reservoir

At the same time, a cement drying area of 100 m long and 40 m wide has been achieved, considering that it can be used for the delivery of approximately 2320 m³ a year to local farmers, by dump trucks (8m³) that will directly load the material From the drying area to the ground, the conservation of records of the activities planned and executed in order to give a correct traceability to the sludge.

Keywords: Hydroelectric, Reservoir, Integral Management, sludge, Sediments, Sampling.

INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo la energía hidroeléctrica ha sido la más utilizada ya que se la considera como una de las energías más limpias. Las energías renovables son un tipo de energía que se obtienen a través de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la gran cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales de forma continua. El crecimiento de las energías renovables proyectadas en la actualidad, tienen como objetivo superar un cuarto de la producción mundial total de electricidad para el 2020 (Rodríguez, E, 2009).

En Ecuador la producción de energía hidroeléctrica ha incrementado en los últimos años, tenemos varias Centrales Hidroeléctricas entre las más importantes: Central Hidroeléctrica Paute con una capacidad total alrededor de 2.353MW (CELEC.EP., 2013). La Central Hidroeléctrica Agoyán con una producción media anual de 156MW. (ASTECC, 2009) En el año 2009 se firmó el contrato para la construcción de la hidroeléctrica, Coca Codo Sinclair que es una de las más grandes hidroeléctricas de Sudamérica, con una capacidad de generación de 1500 MW, la misma que fue inaugurada el día viernes 18 de noviembre del 2016. (RENOVABLE, 2016)

En la provincia de Imbabura existen importantes Centrales Hidroeléctricas, la Central Hidroeléctrica Ambi, La Playa y la Central Hidroeléctrica Buenos Aires, que son de propiedad de la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.

La Empresa Eléctrica Regional del Norte, creada el 25 de octubre de 1975, es una de las 19 empresas eléctricas nacionales, cuya misión fundamental consiste, en la distribución y comercialización de energía eléctrica, en un mercado competitivo, conformado por consumidores industriales, comerciales y residenciales, que se encuentran ubicados en las áreas urbanas y rurales de las provincias de Imbabura y Carchi, así como en los cantones Pedro Moncayo y Cayambe de la provincia de Pichincha y en el cantón Sucumbíos de la provincia del mismo nombre. (Emelnorte, 2016)

Como una actividad complementaria, EMELNORTE S.A. también incursiona en el campo de la generación, pues mantiene operando la central hidroeléctrica El Ambi, San Miguel de

Car, La Playa, Buenos Aires, y micro centrales en Atuntaqui, El Ángel, Cotacachi, pertenecientes a las municipalidades del mismo nombre, con una capacidad cercana a los 14 megavatios, con la cual cubre el 23% de la demanda mensual, mientras que para atender el 77% restante, compra al mercado ocasional (Emelnorte, 2016).

La Central Hidroeléctrica El Ambi entró en servicio desde 1968 (Emelnorte, 2016) y se encuentra ubicada en el sector de Imbaya en el cantón Antonio Ante de la Provincia Imbabura, está localizada en la parte baja de la depresión formada entre las montañas por el cauce del río Ambi, a una altitud aproximada de 2000 msnm.

Para acceder a la central, se dirige hacia el noroccidente desde la ciudad de Ibarra, tomando la carretera Urcuquí. Aproximadamente, luego de recorrer 10 Km y pasar la población, se llega a una pequeña entrada ubicada en el lado derecho, que conecta a la central una vía de segundo orden y que tiene una distancia aproximada de 2 Km. En el recorrido por esta vía de segundo orden existe una pequeña intersección, el primer desvío ubicado a la izquierda comunica al reservorio y el otro siguiendo la pendiente a un Km. de distancia aproximadamente que comunica a la central El Ambi.

El sistema de generación hidroeléctrica del Ambi tiene los siguientes componentes indispensables para su funcionamiento:

- Bocatoma (captación de agua del río)
- Canal de conducción-reservorio
- Reservorio
- Canal de conducción- tanque de presión
- Rejilla
- Tanque de presión
- Tubería de presión
- Casa de máquinas.

El reservorio de la Central Ambi, se encuentra ubicado en el margen derecho del canal en una plataforma de aproximadamente 3 hectáreas de superficie. La capacidad de embalse es de aproximadamente 50.000m³. (Emelnorte, 2016)

La limpieza del reservorio se hace una vez al año lo que hace que se acumulen sedimentos en él y una gran cantidad de sólidos suspendidos, convertidos en lodos residuales que no disponen de una gestión adecuada. (Emelnorte, 2016)

En este escenario, se debe contar con un sistema de gestión integral de lodos del reservorio de la Central Hidroeléctrica El Ambi, estableciendo objetivos encaminados a lograr una empresa eficiente, apegada a los reglamentos y leyes que rigen el sector ambiental, que exigen que las aguas que regresan al río (efluentes) que se encuentren dentro del parámetro máximo permisible de la “Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua” la Tabla # 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, descrita en el Anexo 1, del Libro VI, del TULSMA Registro oficial 387 (Reformado por el A.M. 097-A del 2015).

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del Problema

La central hidroeléctrica Ambi, está ubicada en el Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura, a una distancia aproximada de 8 Km de la ciudad de Ibarra, entre Ibarra y Urcuquí, y tiene una capacidad de generación de 8MW (megavatios).

EMELNORTE, mediante concesión emitida por SENAGUA Nro. I-73-761 (N), de fecha 05 de marzo de 2008, renovó la respectiva autorización de uso y aprovechamiento de las aguas del río Ambi, en un caudal permanente de 5.800 litros por segundo para generación de electricidad.

Las aguas captadas, se encausan por medio de un sistema de conducción cuya longitud es de 5.993,62 m, que se encuentra ubicada desde la bocatoma hasta el reservorio de la central que tiene la capacidad de embalsar 26.850 m³, aquí las aguas reposan un tiempo dependiendo de la utilización de energía para su posterior descarga por la tubería (diámetro exterior 8 - 3048mm, espesor 0.5 - 60mm) de presión hacia dos turbinas de 4.000 KW de capacidad cada una de ellas.

El reservorio se encuentra ubicado al margen derecho del canal de conducción en una plataforma de aproximadamente 91.20 m de largo, 84 m de ancho y una profundidad de 3.5 m. La capacidad de embalse es de aproximadamente 26.850 m³. (Emelnorte, 2016)

El objeto de este reservorio es el de acumular la suficiente cantidad de agua para poder suplir el caudal en las horas pico, en las que funcionan las dos máquinas a toda su capacidad, $Q=5.8 \text{ m}^3/\text{s}$., $P=8000 \text{ KW}$. (EMELNORTE, 2015).

De acuerdo al muestreo y análisis de aguas del río Ambi realizado por EMELNORTE SA, a través del laboratorio Havoc, el 13 de marzo del 2017, resultado que fue emitido mediante Informe Nro. IR-CT1700475-1, las aguas captadas que llegan al reservorio de la central de generación hidroeléctrica El Ambi, contienen una cantidad de sólidos disueltos que rodean

los 450 mg/l, los cuales al sedimentarse se convierten en lodos que actualmente no disponen de una gestión o tratamiento adecuado.

La hidroeléctrica El Ambi, mediante sus técnicos de operación, realiza el mantenimiento del reservorio una vez cada año; el retiro de los lodos sedimentados se lo realiza mediante palas mecánicas (tractores), las cuales empujan el lodo hacia puertas manuales sin ningún tratamiento o manejo previo de los mismos, posteriormente el lodo es descargado hacia el río Ambi, causando así una posible contaminación. (Emelnorte, 2016)

La problemática puntual es que los lodos que se generan en el reservorio son devueltos al río sin un tratamiento como se mencionó anteriormente, causando así una alteración al caudal del río Ambi debido a posibles estancamientos de agua, que son perjudiciales para el curso normal del caudal del río y también para el ecosistema fluvial, así también para las personas y agricultores que se benefician del agua del río.

Además la acumulación de sedimentos pueden llegar a obstruir las facilidades civiles de la central como la bocatoma, canales de conducción y generar efectos abrasivos en las turbinas de generación, en sus componentes de operación y en las estructuras de concreto; llegando a disminuir la capacidad de almacenamiento de recurso hídrico en el embalse por acumulación de sedimentos en el fondo del reservorio, lo que finalmente incrementará los costos asociados a su operación.

1.2. Justificación

Actualmente existen normas técnicas y administrativas que se deben cumplir, referentes a las descargas de agua de los reservorios, por lo que al dar tratamiento adecuado a los lodos de dichas aguas, se pueden optimizar las actividades propias de generación de energía, y de la misma manera mitigar los contaminantes que los lodos puedan arrastrar y que pudieren afectar al caudal del Río Ambi.

El presente proyecto de investigación, es un conjunto de actividades que proponen soluciones prácticas a la problemática de acumulación de lodos en el reservorio de la central

hidroeléctrica el Ambi, determinando la cantidad y las características de los lodos mediante el muestreo y análisis de los mismos, identificando el nivel de cumplimiento de los parámetros analizados con los límites establecidos en la normativa ambiental vigente, específicamente, el Acuerdo Ministerial 097-A del 2015, para de esta manera formular un sistema de gestión integral, en donde, los lodos que se producen en el reservorio reduzcan en volumen y obtengan una disposición final adecuada y así evitar posibles afectaciones tanto al ambiente, pobladores y facilidades del proyecto hidroeléctrico.

Actualmente la Empresa Eléctrica Regional Norte (EMELNORTE SA) se ha enfrentado a una acumulación de lodos, los mismos que no cuentan con un tratamiento y disposición final adecuados, ya que dichos lodos son acarreados hacia el río Ambi una vez al año. Por lo tanto se ha visto la necesidad de solucionar la problemática actual creando un sistema integral, en el cual los lodos que se generan en el área del reservorio de la central hidroeléctrica “El Ambi” puedan ser gestionados de una manera correcta y tener una disposición final adecuada.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de gestión integral de lodos provenientes del reservorio de la estación hidroeléctrica “EL AMBI”.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Caracterizar física, química y biológicamente los lodos del reservorio, mediante muestras compuestas.
- b) Diseñar un sistema de gestión integral de lodos en el reservorio de la estación de generación hidroeléctrica el Ambi, que tenga como alcance el almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final.
- c) Socializar los resultados obtenidos a las autoridades de la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. Definiciones:

2.1.1. Energía hidráulica:

Se da a través del movimiento de la fuerza del agua, se la aprovecha de mejor forma por la caída del agua ya que al caer el agua se convierte en energía cinética y de esa manera mueve una turbina para convertirse en energía eléctrica.

2.1.2. Generación Hidroeléctrica:

Es un proceso en el cual se aprovecha un caudal o corriente de ríos o agua marina para mover una turbina, es decir se aprovecha la energía hidráulica (cinética) para producir energía eléctrica y este proceso se da a través de la energía potencial gravitatoria de un cauce natural con un desnivel que acelera los niveles del caudal, el agua pasa por una turbina hidráulica que transmite energía a un generador eléctrico o a un transformador donde se convierte en energía eléctrica. (SALDIAS, 2008)

La energía hidroeléctrica fue uno de los primeros sistemas de generación de energías utilizadas y en la actualidad es una de las principales fuentes de energía del país sin generar mayores efectos contaminantes ni factores residuales.

Esta generación de energía aprovecha la transformación de la energía potencial del agua almacenada en un nivel superior, en energía cinética al fluir a un nivel inferior. (SIERRA, 2011)

2.1.3. Central de Generación Hidroeléctrica

Una central hidroeléctrica puede definirse como una instalación que permite aprovechar las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos o fuentes marinas para transformarlas

en energía eléctrica mediante ciadas de agua, utilizando turbinas acopladas a los alternadores. (ALAJO, 2013) (Criollo & Quezada, 2011)

2.1.4. Clasificación de las centrales hidroeléctricas

Según la potencia instalada, las centrales hidroeléctricas pueden ser:

- a) Centrales Hidroeléctricas pequeñas de: 500 a 5000 KW de potencia eléctrica.
- b) Mini centrales Hidroeléctricas: entre 50 a 500 KW. (Ortiz, 2001)
- c) Micro centrales hidroeléctricas: menos de 0 a 50 KW de potencia. (Criollo & Quezada, 2011)

La central hidroeléctrica el Ambi es micro central ya que tiene 8 KW de potencia.

2.1.5. Infraestructura civil mínima de una central hidroeléctrica

Generalmente una central hidroeléctrica cuenta con la siguiente infraestructura:

- a) Bocatoma: Es una infraestructura que está ubicada a la entrada del canal de captación, el objetivo de la bocatoma es el de tomar una parte del caudal del río, es decir capta el agua. Al momento de captar el agua la bocatoma también ayuda a que el agua que entra tenga la mínima cantidad de sedimentos para minimizar los costos de mantenimiento y operación. (Criollo & Quezada, 2011)
Es decir una bocatoma es una construcción para que la corriente del agua tome otro cauce para un fin determinado.
- b) Sedimentador: mediante éste se puede separar por gravedad las partículas sólidas que se encuentran suspendidas en el agua.
- c) Presa de derivación: El objetivo de una presa de derivación es el de captar una parte del caudal del río para que ingrese a la bocatoma para su conducción hacia la central de generación. (Criollo & Quezada, 2011)

- d) Canales de conducción: estos canales tienen como objetivo conducir el agua hacia la casa de máquinas, es decir a las turbinas para así generar energía.
- e) Aliviadero: En tiempos de lluvia continua es necesario tener un aliviadero ya que este tiene como objetivo el de dar seguridad a la central hidroeléctrica vertiendo el agua cuando exista exceso de caudal y éste propase la capacidad del canal, de esta manera se evita las posibilidades de desbordes del canal. (Quevedo Figueroa, 2016).
- f) Desarenadores: El objetivo de los desarenadores es el de eliminar partículas sólidas que se encuentren suspendidas en el caudal, este se da mediante la disminución del caudal. (Marengo Mogollón , Romero Castro , Domínguez , & Fuentes Mariles , 2015)
- g) Tanque de presión: Es la estructura que combina un sistema de alta presión y un sistema de baja presión, y esto está destinado a mantener un nivel de reserva de carga para cambios bruscos de carga, evita la llegada de sólidos a la tubería y evita la entrada de aire a la tubería. (Cruz & Ramos, 2009)
- h) Casa de máquina: Es una estructura que en su interior tiene los equipos electromecánicos que transforman la energía cinética del agua en energía eléctrica. (Briceño, 2008)
- i) Turbinas: Son máquinas que tienen como objetivo el transformar la energía hidráulica en energía mecánica a la salida de la turbina. Su acoplamiento mediante un eje a un generador transforma dicha energía en energía eléctrica. (Quiroga O, 2000); 2 unidades generadoras de 4000 KW, cuyas turbinas funcionan con un caudal de 3.4 m³/seg y una altura de caída de 167.5 metros. El nivel de tensión de los generadores es de 4160 voltios. (EMELNORTE, 2015)
- j) Generadores: Son máquinas que tienen como objetivo el transformar la energía mecánica de rotación que suministran las turbinas en energía eléctrica. (Cruz & Ramos, 2009)
- k) Elementos de regulación: tienen como objetivo regular los componentes móviles de las turbinas, éstos pueden ser hidráulicos o electrónicos; éstos hacen que las turbinas

se adecúen de acuerdo a las condiciones con las que se trabaje en cada momento y según la demanda eléctrica que se genere. (Giraldo & Joan , 2016)

- l) Transformadores: Aumenta la tensión a nivel de la red comercial con el fin de transmitir dicha energía con las mínimas pérdidas posibles, Existen varios tipos de transformadores como son los transformadores de distribución estos son transformadores que manejan potencias desde 5 a 500 MW; y Los transformadores de potencia que manejan tensiones superiores a los 500 MW. (Robayo Cabrera, 2015)
- m) Reservorios: Es la acumulación de agua producida por obstrucción de caudal o retención de agua en etapas dentro de un ciclo.

Se denomina reservorio o embalse a la acumulación de agua producida por una construcción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce pudiendo ser por causas naturales o artificiales construidas por el hombre. (Córdova Carmen, 2016)

2.1.6. Calidad del Agua del Reservorio:

Tabla 1 Resultados del Análisis de aguas del reservorio.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA BOCATOMA (M1)	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA CANAL DE SALIDA DE AGUA DEL RESERVORIO (M2)	LÍMITE PERMISIBLE NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA (TABLA 9)	NIVEL DE CUMPLIMIENTO
Aluminio	mg/l	<0.10	<0.10	5,0	CUMPLE
Amonio	mg/l	0.14	0.25	N/A	N/A
Coliformes fecales	NMP/10 0ml	<1	10	2000	CUMPLE
DBO	mg/l	2	92	100	CUMPLE
Fosfatos	mg/l	0.47	0.58	N/A	N/A
Hierro	mg/l	<0.07	<0.07	10,0	CUMPLE
Manganeso	mg/l	<0.03	<0.03	2,0	CUMPLE
Níquel	mg/l	<0.05	<0.05	2,0	CUMPLE
Nitritos	mg/l	<0.05	<0.05	N/A	N/A
Oxígeno disuelto	mg/l	4.1	<2.8	N/A	N/A
Potencial hidrogeno	Und. pH	7.31	7.49	6-9	CUMPLE
Sólidos disueltos	mg/l	424	460	1600	CUMPLE
Sulfuros	mg/l	0.002	0.001	0,5	CUMPLE
Turbidez	NTU	<5	10	N/A	N/A
Zinc	mg/l	<0.2	<0.2	N/A	N/A

Fuente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua” Tabla # 9<<Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce>>, descrita en el Anexo 1, del Libro VI, del TULSMA (Reformado por el A.M. 097 del 2015) Elaborado por: EMELNORTE, tabla comparativa de entre resultados de la muestra de aguas del reservorio el Ambi y la tabla de límites máximos permisibles del TULSMA. Ver anexo 2

2.1.7. Definición de Lodo:

Son los desechos o sólidos que se encuentran suspendidos en una masa de agua, al momento de ser sedimentados se convierten en lodos residuales, estos se clasifican en lodo crudo que es aquel que no ha sido tratado ni estabilizado; lodo primario que es un lodo producido al momento de tener un tratamiento inicial que puede ser el desarenado; el lodo activado es aquel que se le da tratamiento con bacterias. (ZARZA, 2003)

2.1.8. Tipos de lodos generados

Existen tres tipos de lodos según su generación:

- a) Lodo crudo: Es aquel que no ha sido tratado ni estabilizado, que puede extraerse de plantas de tratamiento de aguas residuales. (Lituma,P, 2010)
- b) Lodo Primario: Es producido durante el de tratamiento primario de aguas residuales. Esto ocurre después del proceso de cribado y desarenado. La composición del lodo depende de las características del influente de las aguas. Contiene una cantidad elevada de materia orgánica vegetales, frutas, entre otras. (Lituma,P, 2010)
- c) Lodo activo: Se caracteriza por la interacción de tipos de bacterias y microorganismos, llevando a cabo un proceso aerobio. Se encuentran en forma de flóculas que contienen biomasa viva y muerta, además de partes minerales y orgánicas absorbida y almacenada. (Lituma, P, 2010).

2.1.9. Muestreo y análisis de suelos

Muestra: Pequeña porción de suelo que representa el volumen que éste ocupa en el campo, en un área y profundidad determinada, uniforme en pendiente, vegetación, material parental, clima, tipo y grado de erosión, uso y manejo. (Salas, 2017)

Muestra simple: Muestra individual de un volumen de suelo a la cual se le realizan los análisis de laboratorio requeridos. Los resultados dan solamente información puntual. (Ramirez, 2006)

Sub muestra: Alícuota de suelo con características homogéneas que conformarán una muestra compuesta. (Ramírez, 2006)

Muestra compuesta: Es una mezcla de varias muestras simples (sub muestras) que se toman al azar en distintos sitios de un área muestreo o área representativa (o sector contaminado) y debe de cumplir los siguientes requisitos:

- a) Cada muestra simple debe ser del mismo volumen.
- b) Cada muestra simple se debe tomar al azar con respecto a la unidad de muestreo.
- c) El número de muestras simples debe ser el suficiente para que represente todo el volumen que se quiere analizar (unidad de muestreo).
- d) El volumen total seleccionado para hacer de él una muestra compuesta, debe ser homogéneo para el objetivo que se persigue. Esto enfatiza aún más la representatividad de la muestra y, por lo tanto, la necesidad de separar unidades de muestreo. (Jaramillo, 2008)

Muestreo en cuadrícula o rejilla: En muchos estudios y especialmente en los de contaminación se prefiere este método de muestreo, por cuanto suministra observaciones igualmente separadas que son convenientes para aplicaciones estadísticas y de computación. Así mismo, con sistemas de simulación tridimensional manual o digitalizando cada sitio de muestreo puede ser geo referenciado. (Juiña Loachamín, 2011)

Caracterización del suelo: Determinación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, que definen su calidad ambiental a partir de una muestra representativa. (Cantú, 2007)

Límites máximos permisibles: Valores límites de contaminación de suelos determinados para cada parámetro.

Calidad ambiental del suelo: Conjunto de características cualitativas y/o cuantitativas que permiten al suelo funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual forma parte y con el que interactúa, y que posibilita su utilización para un propósito específico en una escala amplia de tiempo. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015)

Suelo contaminado: Todo aquel cuyas características físicas, químicas y biológicas naturales, han sido alteradas debido a actividades antropogénicas y representa un riesgo para la salud humana o el medio ambiente. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015)

Uso de suelo: es la actividad que se desarrollara en él ya sea agrícola, ambiental, industrial, entre otras.

2.1.10. Condiciones generales para el muestreo

Determinar y especificar el tipo de contaminante que se va a evaluar, para tomar las medidas de seguridad necesarias para proteger a la persona que va a realizar el muestreo, y para definir el tipo de análisis y los indicadores que se van a evaluar.

Por lo general la cantidad de muestra requerida para los análisis de laboratorio es aproximadamente un kilogramo (1kg) de muestra.

Para ejecutar el muestreo, se tomará como referencia el Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de Legislación Ambiental Secundaria (norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados), reformado mediante Acuerdo Ministerial 097-A del 2015, en el que se establece: Trazar una cuadrícula sobre el área del proyecto, y dentro de ella se tomarán las sub muestras geo referenciadas, cada una con un peso no inferior a 0.5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm.

Las sub muestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se tomará un peso de entre 0.5 y 1.0 kg, que servirá para realizar los análisis requeridos. (A.M. 097-A, Registro oficial Edición Especial N° 387, 2015).

2.1.11. Tipos de tratamientos de lodos:

Las sustancias contaminantes que se degradan en los diferentes procesos de tratamiento generalmente se concentran en los lodos. Diferentes tecnologías existen para ellos en función de su composición y uso final una vez tratado. (Velasco Trejo, 2002)

a) Secado del lodo

Consiste en el retiro del agua del lodo reduciendo así su contenido de humedad desde aproximadamente el 90% hasta el 15 % de humedad. Tiene como objetivo, reducir los costos de transporte hasta el sitio de disposición final, manejar fácilmente el lodo y proponer un nuevo uso agrícola de los mismos. (Velasco Trejo, 2002)

b) Lechos de secado de lodo

Se utilizan para deshidratar lodo extendiéndolo sobre una capa de arena. Una vez perdida la humedad, se puede utilizar como material de relleno o fertilizante. (Alexandra, 2015)

Se identifican como ventajas de los lechos de secado de lodos los siguientes: En la medida que haya terreno disponible, el costo es bajo; no requiere operación especial, bajo consumo de energía, bajo consumo de químicos. Como desventajas de este tipo de reducción de contenido de humedad es el utilizar grandes áreas, requiere lodos estables y sensibles a los cambios de clima. (Lituma, P, 2010)

c) Disposición del lodo

Corresponde esta etapa del tratamiento de lodos a la ubicación final del lodo tratado. Incineración, disposición en lagunas de lodos, compostaje, aplicación en el suelo, rellenos y vertido al mar son las técnicas más utilizadas. (Velasco Trejo, 2002)

2.1.12. Nutrientes del suelo:

Existen macro y micro nutrientes que el suelo necesita para que las plantas crezcan con normalidad estos se clasifican de la siguiente manera: (Martinez, 2014)

a) Macronutrientes:

Nitrógeno (N): este elemento es el encargado de que se desarrollen las hojas y los frutos en las plantas. La ausencia de este hace que las hojas de las plantas se vuelvan de color amarillo o verde desteñido ya que sin este elemento la planta no puede producir clorofila; de igual forma el nitrógeno ayuda al fortalecimiento del tallo. (Martinez, 2014)

Fósforo (P): Este elemento ayudan al florecimiento de la planta, de igual forma ayudan a que la raíz se fortalezca y pueda absorber nutrientes, También repercute en la fotosíntesis, proteínas y ácidos esenciales. Esto afecta directamente la distribución de la energía por la planta, la información genética del DNA y RNA y se nota también en la resina de las flores y en las semillas. Si no existe este elemento en la planta, su crecimiento se estancara tanto en altura como en ramificación. (Martinez, 2014)

Potasio (K): Acumula carbohidratos, que en conjunto con los almidones influirá directamente en la producción de la planta, o activar las enzimas que participan de la fotosíntesis. También favorece la producción de proteínas, la fotosíntesis y la respiración de las células ya que regula el agua de la planta (Martinez, 2014)

b) Micronutrientes:

Hierro (Fe) y Manganeso (Mn): Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. (Martinez, 2014)

2.1.13. Experimento de tratamiento de lodos.

En Pereira- Colombia Sandra Grajales, Jaime Monsalve y Juan Castaño realizaron un proyecto llamado programa de manejo integral de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la universidad tecnológica de Pereira.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la planta de tratamiento de aguas residuales (sistema principal) de la Universidad tecnológica de Pereira, la cual, se encuentra ubicada contigua al Jardín Botánico en el sector de la cancha de fútbol. Esta zona presenta una temperatura ambiente promedio de 22° C y unas condiciones de humedad relativa altas con valores que oscilan entre el 80 y 95% (GRAJALES, MONSALVE, & CASTAÑO, 2006)

Posteriormente se evaluó la calidad del material obtenido basándose en criterios físicos (olor, color, tamaño del grano y presencia de material extraño); en análisis químicos (fósforo, nitrógeno orgánico, relación C/N, materia orgánica, metales pesados y micronutrientes) y

análisis bacteriológicos (Coliformes fecales), los cuales fueron realizados en los laboratorios de Química Ambiental, de Suelos y de Alimentos de la Universidad Tecnológica de Pereira, mediante procesos determinados en Estándar Methods (metales pesados, micro y macro nutrientes), Walkley-Black fotométrico (% materia orgánica) y Diluciones en tubos múltiples (N.M.P. Coliformes fecales), de acuerdo a la normatividad de internacional (EPA) y la nacional (NTC 5167). (GRAJALES, MONSALVE, & CASTAÑO, 2006)

En el proyecto ellos realizaron fangos de lodos donde secaron los lodos, posteriormente agregaron diferentes tipos de tratamientos orgánicos como son el compost, colocaron lombriz; para poder darle un valor agregado al suelo y poder utilizarlo en cultivos, finalmente concluyeron que el mejor remedio o tratamiento es el de lombriz con compost ya que es un mejoramiento en el suelo dándole más nutrientes a este.

2.1.14. Descripción del Reservoirio de la Hidroeléctrica El Ambi *8MW*.

a) Ubicación del Proyecto:

Provincia: Imbabura

Parroquia: Imbaya

Cantón: Antonio Ante

Tabla 2 Ficha Técnica del Reservorio de la Central El Ambi

PROYECTO: CENTRAL DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA “EL AMBI” 8MW			
SUB PROYECTO: RESERVOIRIO DE LA CENTRAL EL AMBI			
Ubicación Geográfica	Provincia: Imbabura Provincia: Imbabura Cantón: Antonio Ante Parroquia: Imbaya		
Fase del sub proyecto:	Captación y almacenamiento del caudal del Río Ambi para Generación de energía hidroeléctrica.		
Tamaño del área de la estación El Ambi (casa de máquinas).	480 m ²		
Dimensiones del reservorio.	Largo: 91.20 m Ancho: 84 m Profundidad: 3,5 m		
Capacidad de Embalse del reservorio	26850 m ³ .		
Coordenadas del Reservorio.	Coordenadas UTM del Reservorio de la central El Ambi: Sistema WGS84 Zona 17S.		
	PUNTOS	X	Y
	1	816099	10043455
	2	816256	10043455
	3	816261	10043365
4	816098	10043369	

Fuente: Ficha Ambiental el Ambi (2016).

Elaborado por: Poleth Vásquez.

La tabla nos muestra los datos más relevantes tanto de la central hidroeléctrica El Ambi como del Reservorio.

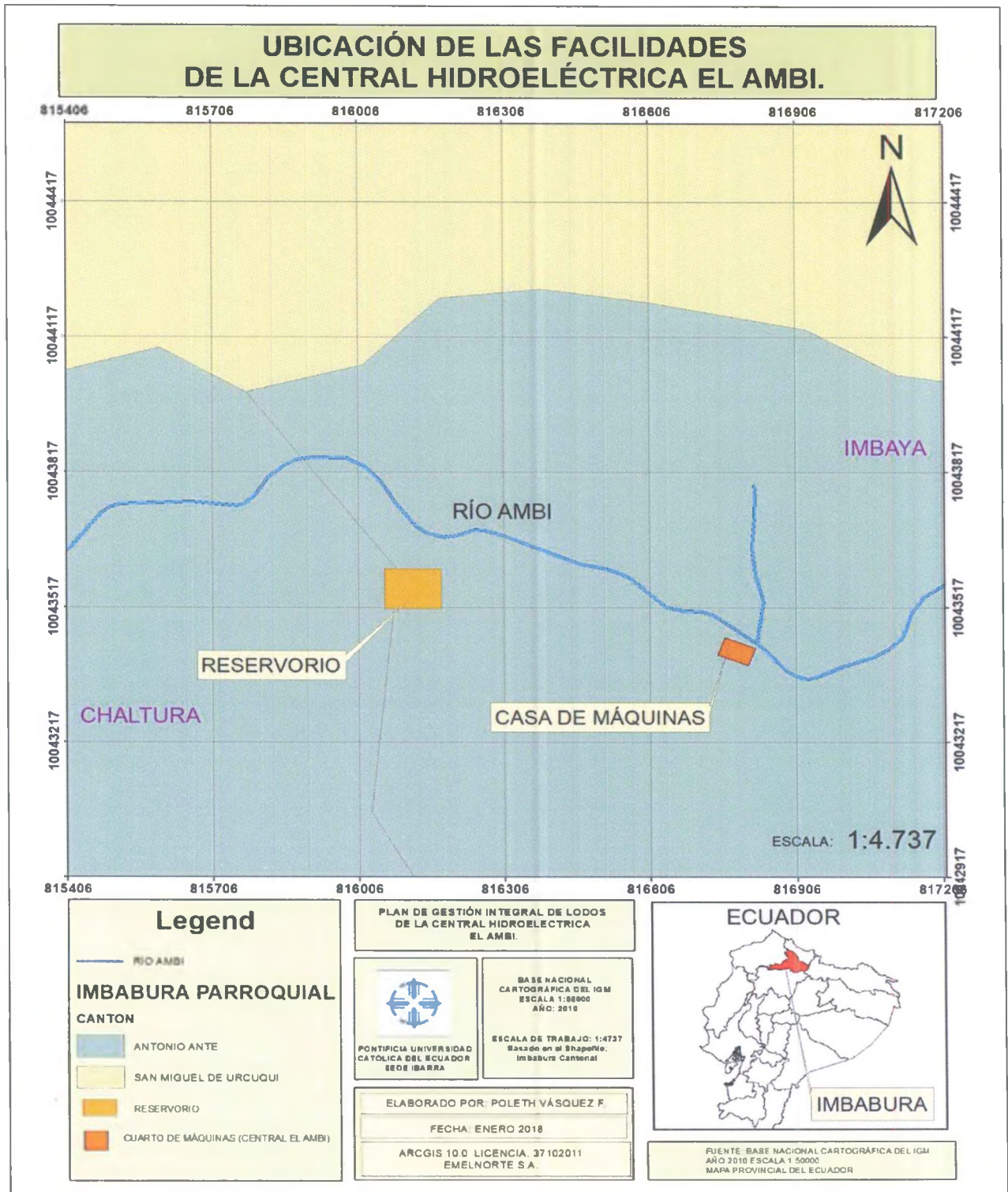


Figura 1 Mapa de Ubicación del Proyecto

Fuente: El autor

La gráfica nos indica la ubicación exacta de las principales áreas del proyecto de generación hidroeléctrica El Ambi, además se puede ver la cercanía con el Río Ambi, el Reservorio y la Bocatoma. (Referenciado en la Base Nacional del IGM, Escala 1:50000)

b) Situación Actual del Reservorio:

A partir de la salida del túnel del sistema de conducción, tiene dos compuertas metálicas con tableros de madera y de iguales dimensiones, 3.80 x 1.60 metros, destinadas al control de caudales: la compuerta ubicada hacia el costado izquierdo, permite el ingreso de las aguas hacia el reservorio, y la compuerta que está ubicada al frente, se la abre para permitir el paso directo del agua hacia el tanque de presión, por intermedio de un canal “by pass”. (EMELNORTE, 2015)

El reservorio se encuentra ubicado en la margen derecha del canal by pass, en una plataforma de aproximadamente de 91.20m de largo y 84 m de ancho y 3.5m de profundidad.

El objeto del reservorio es el de acumular la suficiente cantidad de agua para poder suplir el caudal requerido en las horas pico, en las que funcionan las dos máquinas de la central a toda su capacidad, el caudal máximo requerido es $Q = 5.8 \text{ m}^3/\text{s}$., que genera 8000 KW. (EMELNORTE, 2015)

El Reservorio se encuentra revestido con hormigón tanto el suelo como sus paredes, en el extremo aguas abajo se ha instalado una compuerta metálica de doble mecanismo de izaje destinada a controlar el paso de las aguas hacia el tanque de presión.

c) Mecanismo para la evacuación de lodos en el Reservorio El Ambi:

En la margen derecha del reservorio, aguas abajo, se han instalado dos compuertas de fondo, las mismas que sirven para la evacuación de los sedimentos acumulados en el reservorio. Posteriormente, el caudal de sedimentos converge a un solo canal de sección rectangular, cuyo objeto es el de llevar las aguas con los sedimentos hacia la rápida de excesos y por último, al río. (EMELNORTE, 2015)

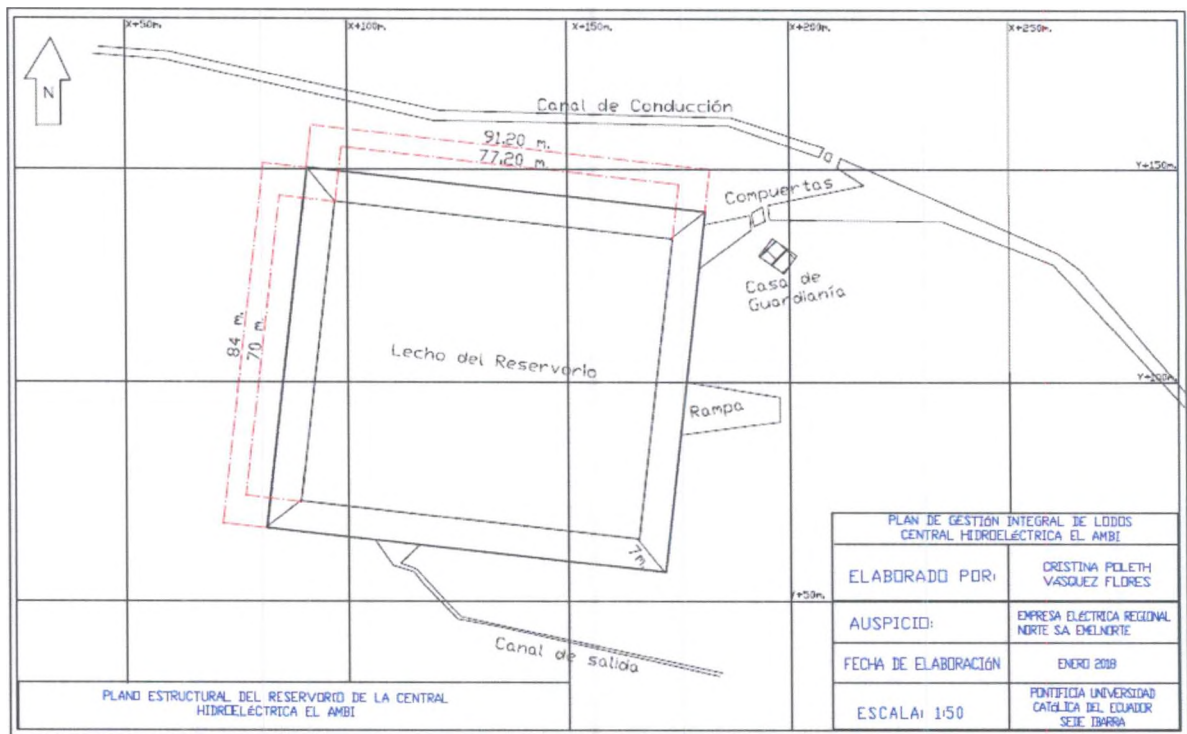


Figura 2 Esquema general del Reservoirio de El Ambi

Fuente: EMELNORTE, 2015.

La Figura nos muestra un esquema del Reservoirio de la Estación El Ambi.



Figura 3. Compuertas de evacuación de lodos.

Fuente: Visita de Campo, 2017. Elaborado por: Poleth Vásquez.

La Figura nos muestra las compuertas instaladas en el reservoirio, las cuales sirven para la evacuación de lodos acumulados. (En la fotografía las compuertas se encuentran cerradas).

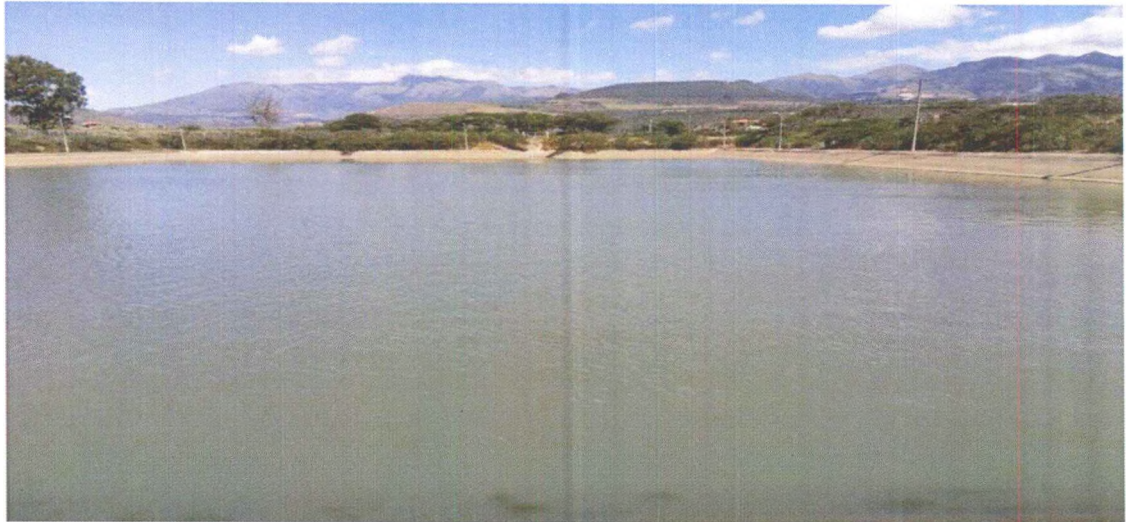


Figura 4 Vista Panorámica del Reservorio de El Ambi.

Fuente: Visita de Campo, 2017. Elaborado por: Poleth Vásquez.

La Figura nos muestra una vista completa del espejo de agua del reservorio de El Ambi, vista desde el lado noreste.

2.1.15. Descripción de los componentes Ambientales:

La información fue obtenida de INAHMI del año 2012 (última información actualizada en la estación meteorológica Atuntaqui, 2012)

- a) Altitud.- El Reservorio de El Ambi está a una altitud promedio de 2100 msnm. (INAMHI,2012)

- b) Clima.- Según el Instituto de Hidrología y Meteorología INAMHI, la estación más cercana a La Central Hidroeléctrica El Ambi, es la estación meteorológica ATUNTAQUI que se encuentra a una altitud de 2200 msnm ubicado en las coordenadas: 00°21'13" N y 78°13'39" W. En el sector donde se ubica el área de estudio, el clima se caracteriza por ser Mesotérmico Interandino. (Mapa de Estaciones Meteorológicas INHAMI 2010)

c) Temperatura.- El promedio mensual de temperatura en la zona es de 19,2 °C, llegando a una temperatura máxima de 29,1°C y una mínima de 7,5°C. Los meses con mayor temperatura corresponden a agosto, septiembre, octubre y enero que son los más calurosos, la temperatura más baja se registra en los meses de noviembre y diciembre. (Anuario Meteorológico INHAMI 2012)

d) Precipitación.- Para la zona de Imbaya, se determina por la estación meteorológica Atuntaqui y se presenta un régimen de medias precipitaciones:

Tabla 3 Precipitación Media Mensual, Estación meteorológica Atuntaqui.

CÓDIGO	ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
M021	ATUNTAQUI	57,5 mm	61,7 mm	99 mm	117,5 mm	86,5 mm	43,9 mm	14,5 mm	16,3 mm	37,2 mm	74,2 mm	56 mm	61,1 mm	728,3 mm

Fuente: INHAMI, 2012

La media es de 60,45 mm.

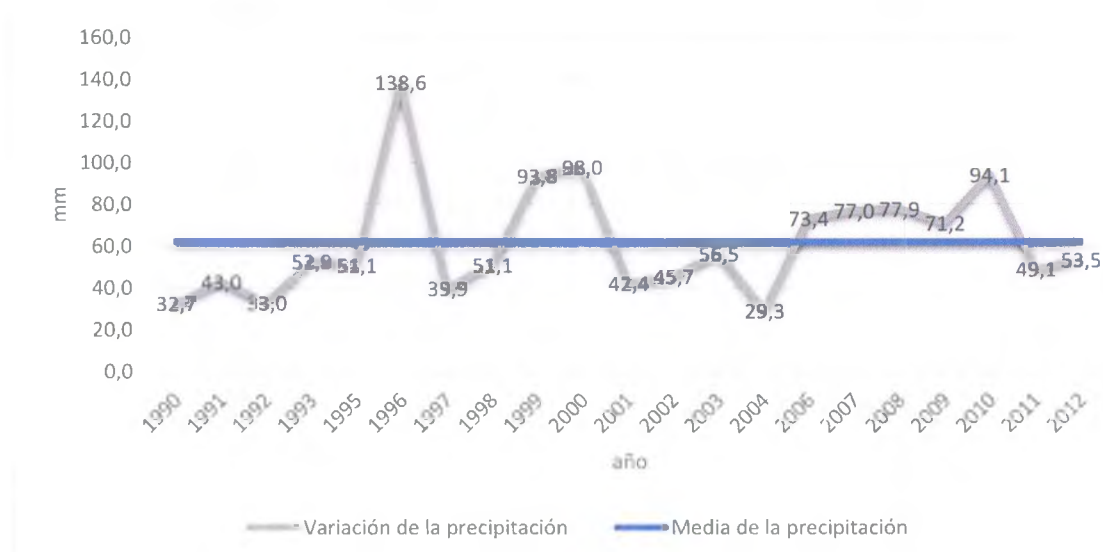


Figura 5 Variación de la precipitación media mensual multianual de la estación meteorológica Atuntaqui (anexo 14)

Fuente: INHAMI, 2012

e) Humedad Relativa.- En el caso de la zona del Proyecto en Imbaya, la humedad relativa promedio anual es del 83%. (Anuario Meteorológico INHAMI 2012)

f) Velocidad y Dirección del Viento.- En el período analizado, se puede observar que las velocidades máximas del viento fluctúan entre 5 m/s y 6.1 m/s, siendo la velocidad media de 4 m/s. Además la dirección predominante del viento es de Norte a Sur. (Anuario Meteorológico INHAMI 2012)

g) Geología Local.- En el área se observa un depósito conformado de aglomerados con estructuras geológicas jóvenes de potencias que oscilan entre 15 a 30 metros.

h) Uso del Suelo.- El uso de suelo, en el sector de Imbaya y Santiago del Rey, se puede observar que la mayor parte es de zona de agricultura y zonas de pastos naturales. Además, toda la zona está ligada específicamente a las actividades agropecuarias.

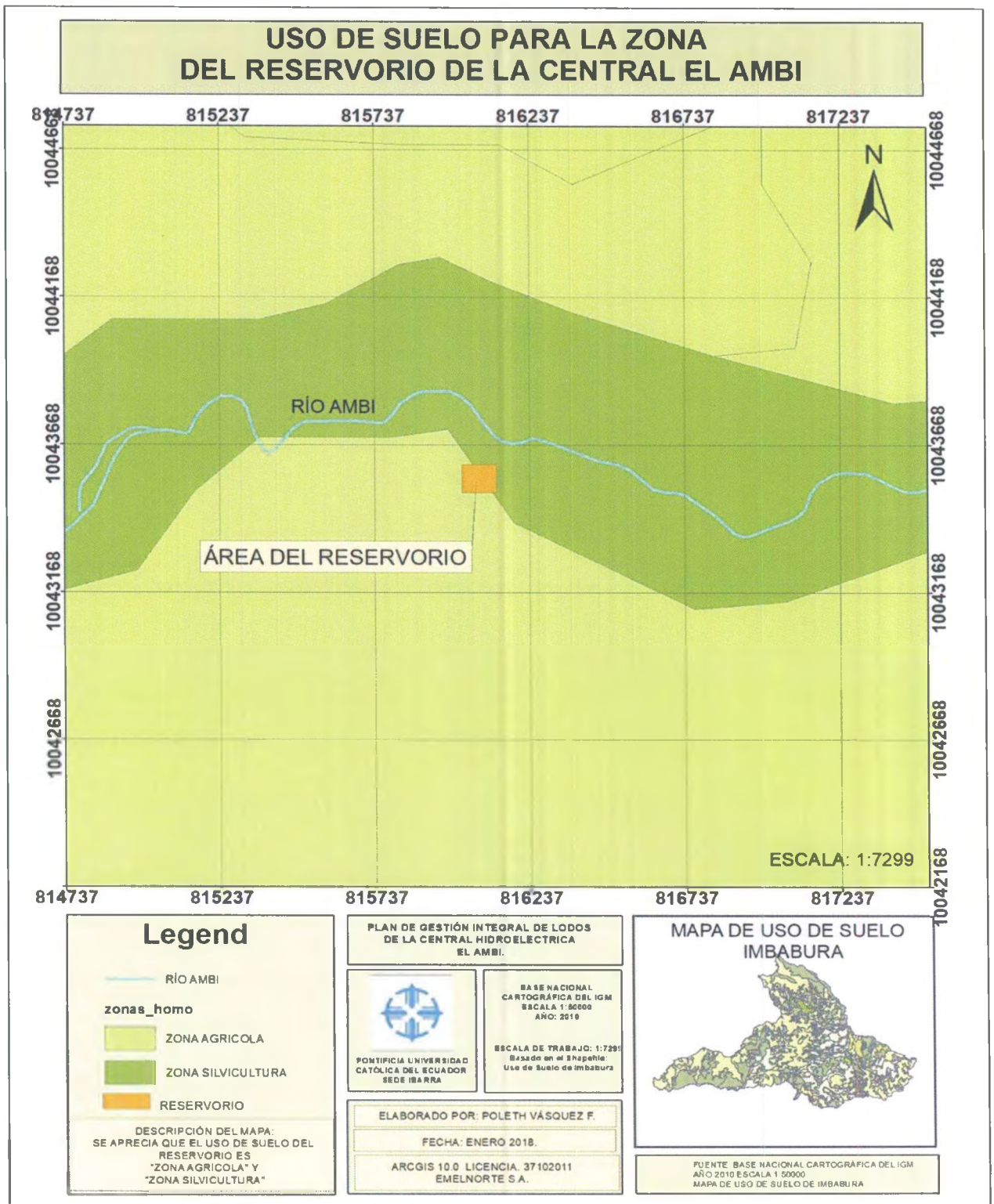


Figura 6 Uso de suelo.

Fuente: El autor.

i) Pendiente, y topografía.- La zona del reservorio de El Ambi es una zona con pendientes del 70 % correspondiente a terrenos montañosos, importante considerar que la gran mayoría está establecida en el valle de Imbaya que es relativamente llano. (Base Nacional IGM, 2010).

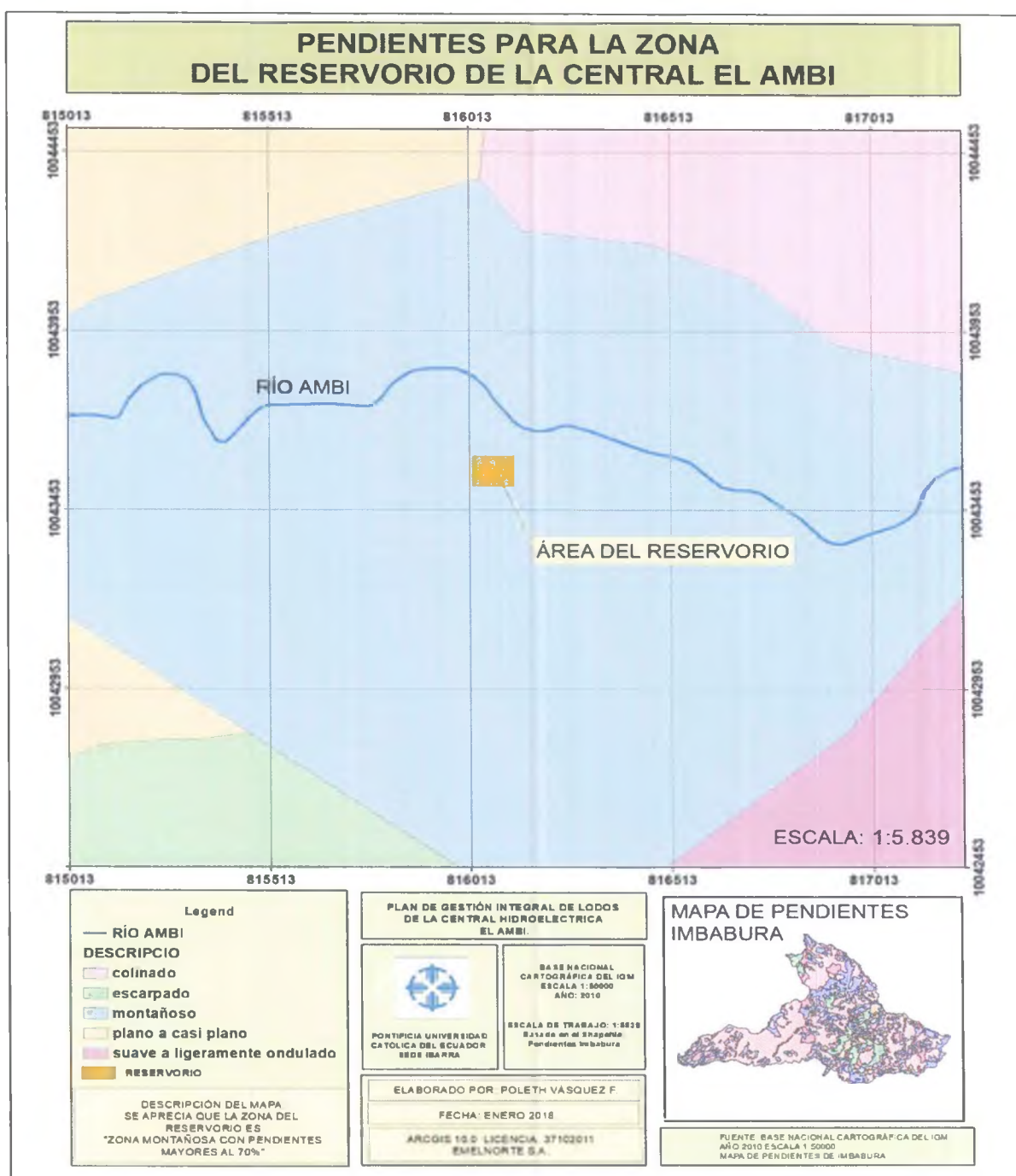


Figura. 7 Pendientes del área del Reservorio.

Fuente: El autor

- j) Erosión.- El área del reservorio es una zona de susceptibilidad moderada a la erosión, como se muestra a continuación.

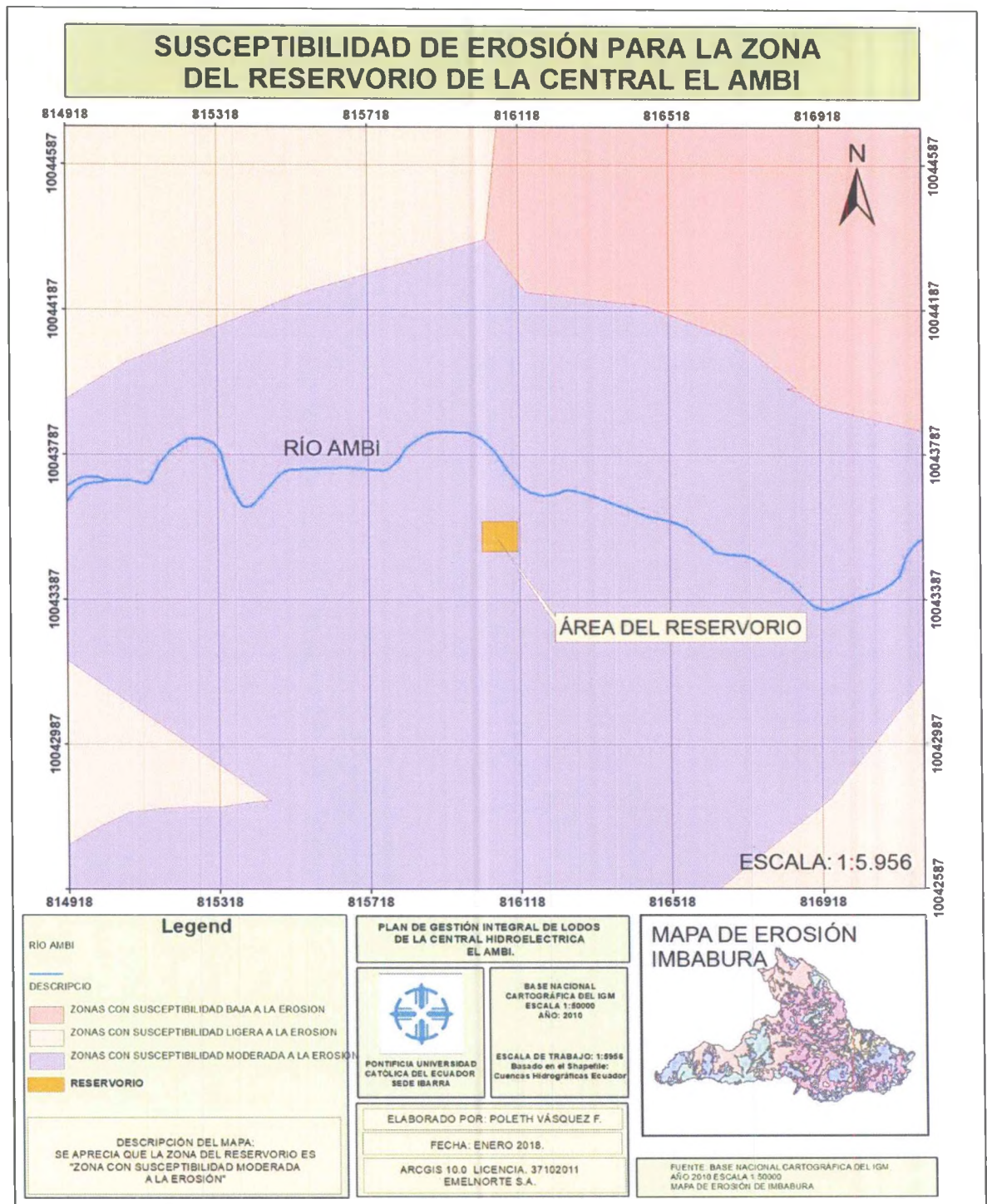


Figura 8 Susceptibilidad a la Erosión.

Fuente: El autor.

k) Hidrología.- El Río Ambi, principal cuerpo hídrico de la zona de estudio, se encuentra bordeando las instalaciones del proyecto Hidroeléctrico, y cuyo caudal es captado como materia prima para el proceso de Generación Hidroeléctrica. (Base Cartográfica Nacional IGM Escala 1:50000)

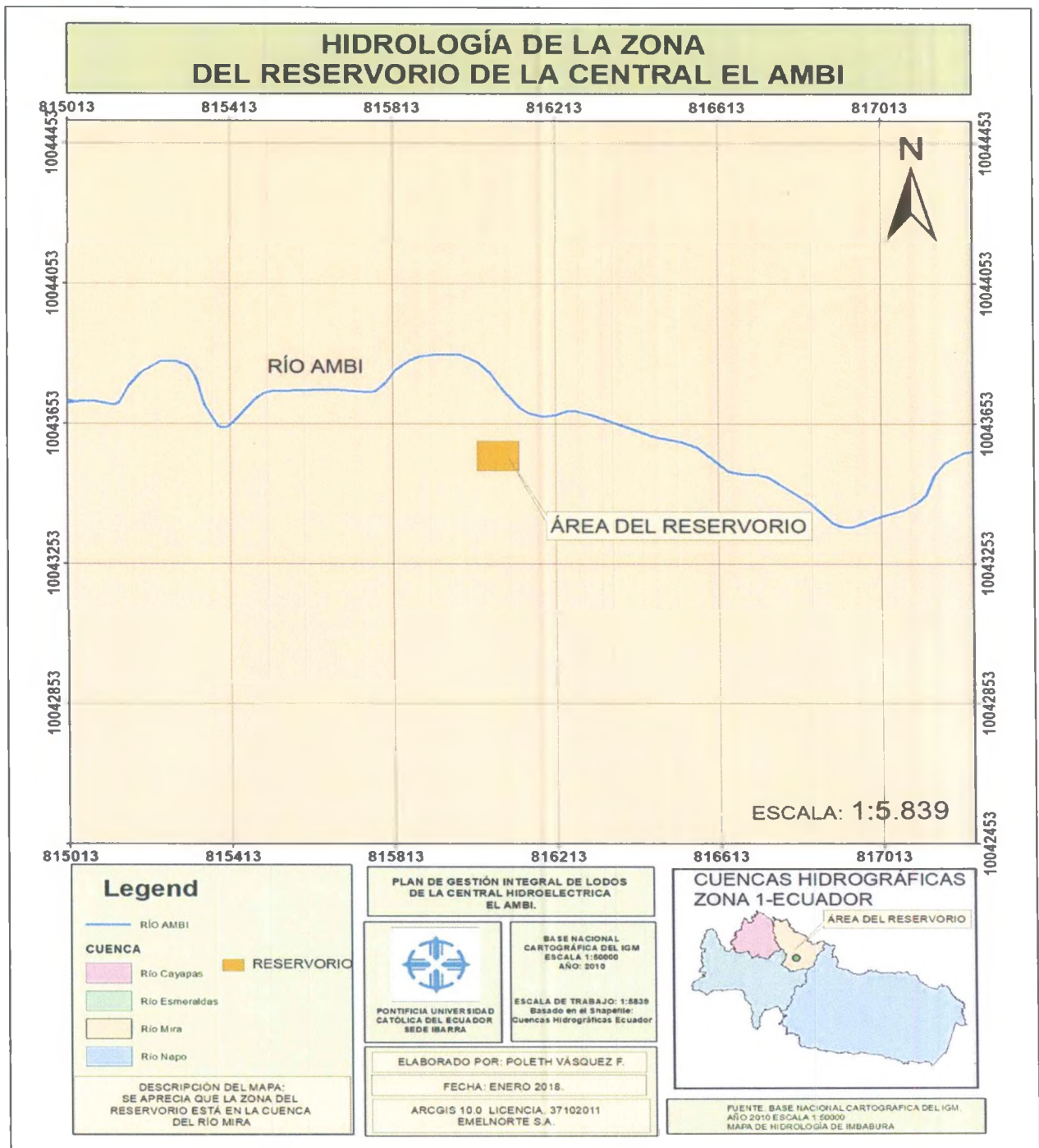


Figura 9 Mapa hidrológico
Fuente: El autor.

l) Formaciones vegetales y cobertura vegetal.- El área donde se encuentra la hidroeléctrica el Ambi son valles relativamente húmedos. La cobertura vegetal está casi totalmente ocupada por áreas de cultivos de ciclo corto, y pastos cultivados, en su gran parte fue reemplazada hace mucho tiempo por cultivos de caña.

m) Flora asociada al ecosistema.- La identificación de especies de flora que existen dentro del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi, se realizó mediante visitas de campo al área del reservorio y se verificó mediante observación las siguientes especies propias de la zona:

Tabla 4 *Flora Representativa del Lugar*

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FOTO
Paja de Oro	<u><i>Neurolepis Aristata</i></u>	
Carrizo	<u><i>Arundo donax</i></u>	
Higuerilla	<u><i>Ricinus communis</i></u>	
Pasto Elefante	<u><i>Paspalum purpureum</i></u>	

Fuente: Ficha Ambiental El Ambi 2015, Elaborado por: Poleth Vásquez.

La tabla nos muestra un detalle de las especies vegetales nativas más visibles en la zona del Reservoirio de El Ambi.

Tabla 5 Fauna asociada al componente flora de la zona:

	Nombre Común	Nombre Científico
Avifauna:	Paloma	<i>Columba livia</i>
	Pato Común	<i>Oxyura jamaicensis</i>
	Gorrión	<i>Passer domesticus</i>
Herpetofauna	Lagartija común	<i>Podarcis hispanicus</i>
Mastofauna	Ratón de campo	<i>Apodemus sylvaticus</i>

Fuente: Ficha Ambiental El Ambi 2015.

Elaborado por: Poleth Vásquez.

La tabla nos muestra un detalle de las especies de fauna nativas asociadas a la zona del Reservorio de El Ambi.

Es importante indicar que además de la fauna representativa de la zona, específicamente en aves, se pudo ver también especies de patos que mediante observación se puede deducir que son patos comunes (no se les puede identificar de correcta forma porque al acercarse a ellos, vuelan rápidamente), sin embargo se los ha visto diariamente nadando en el espejo de agua del reservorio, no se puede concluir que son un indicador ambiental, sin embargo la presencia de dichos animales sugiere que biológicamente las aguas del reservorio se encuentran en condiciones regulares.

Según Información de los guardias y cuidadores del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi los patos que se encuentran en el reservorio no son propios del lugar, llegan en temporadas más cálidas (de junio a noviembre).

n) Demografía.- Según el censo de Población y Vivienda del 2010 existe 1279 habitantes, siendo mayoría los hombres. Su población parroquial representa el 2,94% del total cantonal. El grupo de adultos/tas representa el mayor porcentaje (36,28%). (INEC, 2010)

- o) Etnografía Imbaya:
- Indígenas: 1,41%
 - Afroecuatoriano: 1,56%
 - Negro: 0,39%
 - Mulato: 2,89%
 - Montubio: 0,23%
 - Mestizo: 90,70%
 - Blanco 2,74%
 - Otros: 0,08%

(INEC 2010)

- p) Actividades Económicas:
- Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca: 48,83 %
 - Comercio al por mayor y menor: 13,51%
 - Industrias manufactureras: 6,67%
 - Construcción: 4,50%
 - Transporte: 4,14%

2.2. Marco Legal

2.2.1. Convenios Internacionales:

El Convenio Marco de Las Naciones Unidas sobre Cambio Climático reconoce que todos los países, especialmente los países en desarrollo, necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible, y que los países en desarrollo, para avanzar hacia esa meta, necesitarán aumentar su consumo de energía, tomando en cuenta las posibilidades de lograr una mayor eficiencia energética y de controlar las emisiones de gases de efecto invernadero en general, entre otras cosas mediante la aplicación de nuevas tecnologías en condiciones que hagan que esa aplicación sea económica y socialmente beneficiosa.

2.2.2. Marco Legal Específico:

- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.
 - Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.

- LEYES:
 - Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, Suplemento del Registro Oficial 418 de 10 septiembre de 2004.
 - Ley de Prevención y Control de la Contaminación, Registro Oficial 418 de 10 de septiembre de 2004.
 - Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA.
 - Ley Orgánica de la Salud, Registro Oficial 423 de 22 de diciembre de 2006
 - Reglamento a la Ley Orgánica de la Salud, Registro Oficial 457 de 30 de octubre de 2008.

- CÓDIGOS:
 - Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Registro Oficial 303, 19 de octubre de 2010.

- ACUERDOS MINISTERIALES:
 - Acuerdo Ministerial 061 del 2015, que reforma el Libro VI, del Texto Unificado de Legislación Secundaria.
 - Acuerdos 097-A 2015. Reforma del Texto Unificado de Legislación Secundaria
 - ANEXO I.- Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso agua TULSMA.
 - ANEXO II.- Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados TULSMA.

- **ORDENANZAS:**

- Ordenanza que regula la Gestión Ambiental Mediante la Aplicación del Subsistema de Evaluación de Impacto Ambiental en la Provincia de Imbabura. 15 de Febrero del 2016.
- Ordenanza Sustitutiva de Control y Calidad Ambiental del Cantón Antonio Ante. 24 de Febrero del 2017.

2.2.3. Marco Administrativo:

- Ministerio del Ambiente Ecuatoriano.- Autoridad Ambiental Nacional.
- Gobierno Provincial de Imbabura.- Entidad de Control y Seguimiento Provincial de Imbabura.
- Municipio del Cantón Antonio Ante.- Cantón en donde está ubicado el proyecto en estudio.
- EMELNORTE S.A.- Empresa Eléctrica Regional Norte, empresa propietaria de las facilidades del proyecto y auspiciante del proyecto de investigación.
- Plan de Manejo Ambiental contenido en la Ficha Ambiental de la Central de Generación Hidroeléctrica El Ambi, año 2015.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales y equipos:

Para recolectar las sub muestras de los lodos se utilizó:

- a) Guantes de látex.
- b) Pala de Jardinería.
- c) Balde plástico.
- d) GPS.

Para la homogenización de sub muestras de los lodos se utilizó:

- a) Bandeja plástica.
- b) Pala pequeña de jardinería.
- c) Guantes de látex.

Para la conservación, almacenamiento, etiquetado y transporte de la muestra compuesta se utilizó:

- a) Cooler
- b) Recipiente de vidrio de 2 litros.
- c) Etiquetas tipo membrete adherible.
- d) Cadena de Custodia.

3.2. Metodología aplicada para muestreo de los lodos del reservorio de la central El Ambi:

3.2.1. Criterio para la selección del punto de muestreo de lodo.

Accesibilidad, representatividad y seguridad: el punto de muestreo debe tener un acceso fácil al lugar para que se pueda obtener las muestras con mayor facilidad y se pueda transportar los equipos y materiales de muestreo. El lugar debe garantizar la seguridad de las personas responsables del muestreo, minimizando los riesgos de accidentes y de lesiones personales.

3.2.2. Descripción técnica de puntos de monitoreo de lodo:

En el Acuerdo Ministerial 097, anexo II, punto 4.5: muestreo y análisis de suelos, detalla que para proyectos menores a 100 hectáreas se debe realizar muestras compuestas.

Para ejecutar el muestreo, se trazará una cuadrícula sobre el área del proyecto, y dentro de ella se tomarán las submuestras de forma aleatoria hasta completar el número deseado de muestras. (097 ACUERDO MINISTERIAL, 2015).

Considerando que se trata de una muestra compuesta, se dividió el área del reservorio en una cuadrícula con la finalidad de obtener una muestra representativa de los lodos de cada cuadrante, se ha establecido conjuntamente con los técnicos de EMELNORTE S.A. 9 puntos georeferenciados, de los cuales se extrajo aproximadamente 0.5 kg de muestra alícuota.

Descripción del área de muestreo.- Para conocer las características de los lodos se estableció como área de muestreo a todo el reservorio de la central El Ambi. Se realizó una muestra compuesta debido a que es un procedimiento efectivo, que garantiza la representatividad de toda el área del reservorio. EMELNORTE S.A., solicitó que se haga una muestra compuesta ya que en ésta se homogenizan las sub muestras recolectadas de toda el área, siendo una muestra representativa de todo el reservorio.

Los puntos de muestreo se describen a continuación:

Tabla 6 Descripción de los Puntos de Monitoreo de sedimentos del reservorio de la central El Ambi.

PUNTO	NOMBRE	COORDENADA X (UTM)	COORDENADA Y (UTM)
1	Sub muestra 1	816111	10043445
2	Sub muestra 2	816111	10043431
3	Sub muestra 3	816111	10043414
4	Sub muestra 4	816131	10043447
5	Sub muestra 5	816131	10043437
6	Sub muestra 6	816131	10043424
7	Sub muestra 7	816152	10043448
8	Sub muestra 8	816152	10043435
9	Sub muestra 9	816152	10043424

Fuente: El Autor

Las coordenadas se muestran en el sistema UTM WGS84 ZONA 17N

La tabla muestra la georeferencia de los puntos tomados dentro del reservorio, los cuales se homogenizaron para crear una muestra compuesta de sedimentos (lodos) y poderlos caracterizar.

3.2.3. Toma de Muestras de sedimentos en el reservorio:

Toma de la Muestra.- Es importante indicar que la toma de la muestra compuesta se la realizó apegándola a los parámetros establecidos en la normativa detallada en el Acuerdo Ministerial 097-A, anexo II, numeral 4.5: muestreo y análisis de suelo.

Considerando las características del área de muestreo, se vació el reservorio para hacer posible la movilización a través de los diferentes puntos de monitoreo establecidos, en los cuales se procedió a extraer las sub muestras no inferior a 0.5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm. Las submuestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se tomará un peso de entre 0.5 y 1.0

kg, que servirá para realizar los análisis requeridos. (097 ACUERDO MINISTERIAL, 2015).

Extracto de la Norma (Acuerdo Ministerial 097-A 2015):

“Para los proyectos, obras o actividades menores a 100 hectáreas, se tomará una muestra compuesta de la siguiente forma; tomar varias submuestras cada una con un peso no inferior a 0.5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm. Las submuestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se tomará un peso de entre 0.5 y 1.0 kg, que servirá para realizar los análisis requeridos. Para ejecutar el muestreo, se trazará una cuadrícula sobre el área del proyecto, y dentro de ella se tomarán las submuestras de forma aleatoria hasta completar el número señalado. En caso de existir diversidad de tipos de suelo, se tomará una muestra compuesta para cada uno de los tipos presentes en el área, de acuerdo a las condiciones antes señaladas. La toma de muestras será efectuada por un laboratorio acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano o el que lo reemplace.” (097 ACUERDO MINISTERIAL, 2015).

Cada sub muestra recolectada, se colocó temporalmente en un recipiente plástico, para su transporte a tierra, con la finalidad de que posteriormente sean mezcladas y homogenizadas con las demás sub muestras, y así obtener una única muestra compuesta.

La homogenización se la realizó mediante una bandeja plástica, en la cual por acción de una pala de jardinería, se mezclaron todas las sub muestras, posteriormente se separó aproximadamente 1 kg, pesándola en una balanza. Luego la muestra fue colocada en un cooler con hielo para mantener refrigerada la muestra.

El análisis de la muestra lo realizó el laboratorio HAVOC, quien fue contratado por EMELNORTE en el último año.

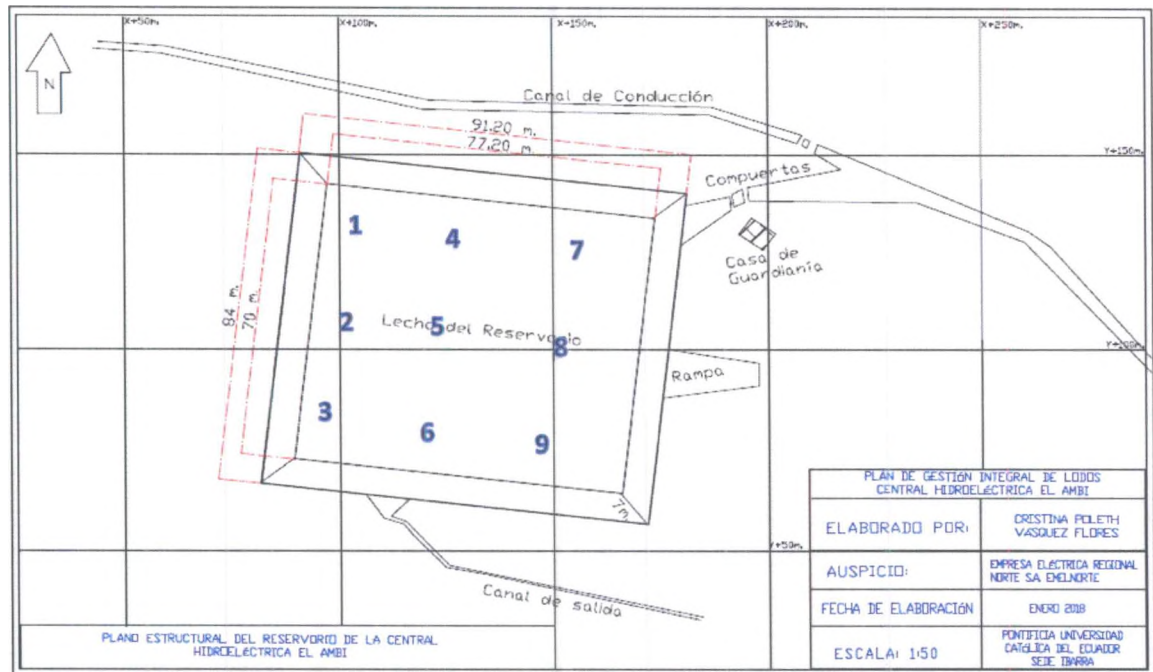


Figura 10 Puntos de muestreo dentro del reservorio de la Hidroeléctrica el Ambi

Fuente: El Autor

La figura muestra los puntos en donde se tomaron las 9 muestras de sedimentos (lodos) los cuales se homogenizaron para crear una muestra compuesta y poderlos caracterizar. Las muestras fueron tomadas con la ayuda del ingeniero ambiental de EMELNORTE SA, el encargado de la generación hidroeléctrica y del reservorio y con el guardia del reservorio.

3.2.4. Parámetros Muestreados:

Los muestreos han tomado en cuenta parámetros físico químicos, microbiológicos, y no metálicos, que fueron solicitados por EMELNORTE, para así poder verificar los contaminantes que los lodos contienen y de esta forma dar un tratamiento efectivo.

Tabla 7 *Parámetros Muestreados de lodos (sedimentos) del reservorio de la central El Ambi*

PARÁMETRO	UNIDAD
Arsénico	mg/kg
Bario	mg/kg
Cadmio	mg/kg
Cianuros	mg/kg
Cobre	mg/kg
Conductividad	us/cm
Fluoruros	mg/kg
Materia Orgánica	%
Mercurio	mg/kg
Níquel	mg/kg
pH	u.pH
Plomo	mg/kg
Sulfuros	mg/kg

Fuente: Tabla 2. Criterios de remediación calidad del Suelo. Del anexo 2 del TULSMA.

Elaborado por: Poleth Vásquez.

3.3. Análisis de lodos realizados en el laboratorio de suelos y aguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.

La toma de muestras se realizó mediante la misma metodología descrita en el numeral anterior. Los análisis se los efectuó en el laboratorio de suelos y aguas de la Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.

Para complementar el análisis del laboratorio, se realizó la caracterización de humedad del suelo y los nutrientes que estos tengan para el tratamiento final de los lodos, además se efectuó el análisis elemental de suelos que fueron los siguientes: Fósforo, Calcio, Hierro, Manganeso, Amonio, Nitratos, Nitritos y Sólidos totales.

3.3.1. Porcentaje de Humedad

Para el porcentaje de humedad se realizó el análisis de los lodos en el laboratorio de suelos y aguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, con el método tradicional de determinación de la humedad del suelo por medio del secado en horno u hornillas (método gravimétrico), para lo cual se separó las muestras en 6 matraces con papel filtro y un embudo para cada una, la razón del papel filtro es para escurrir toda el agua que contengan los lodos; posterior se colocó en la estufa a 110° C los crisoles por 3 horas; luego se pesó los crisoles (para poder restar el peso del crisol), se le colocó la muestra de lodos para saber el peso inicial, se colocó las muestras M1, M2, M3 A 110° C y las muestras M4, M5, M6 a 60° C y por último al término de 24 horas se pesó las muestras para saber el peso final. (Ramos, 2008)

Fórmula para determinar humedad según Warren Forsythe:

$$\% \text{ humedad} = \frac{Ph - Ps}{Ph} \times 100$$

Donde:

Ph: peso de la cápsula y la muestra húmeda

Ps: peso de la cápsula y la muestra seca

3.3.2. Fósforo (P):

El procedimiento se hizo según el manual de los kits de ensayo Spectroquant®

- Colocar agua destilada 8 ml, pipetear en un tubo de ensayo.
- Colocar la muestra preparada 0.5ml, añadir con pipeta y mezclar.
- Colocar reactivo PO₄-1, añadir con pipeta y mezclar.
- Colocar reactivo PO₄-2, 1 dosis, añadir y agitar vigorosamente hasta que el reactivo se haya disuelto.

- Dejar reposar 5 min, luego introducir la muestra de mediación en una cubeta de 10mm y medir en el fotómetro. (Spectroquant, 2008)

3.3.3. Calcio (Ca):

El procedimiento se hizo según el manual de los kits de ensayo Spectroquant®

- Colocar 0.50 ml de la muestra preparada, pipetear en un tubo de ensayo.
- Colocar 5 ml de reactivo Ca-1, añadir con pipeta y mezclar.
- Colocar 4 gotas de reactivo CA-2, añadir y mezclar.
- Colocar 4 gotas de reactivo CA-3, añadir y mezclar.
- Dejar en reposo exactamente 8 minutos, luego introducir la mezcla de medición en una cubeta de 10 mm y medir en el fotómetro. (Spectroquant, 2008)

3.3.4. Hierro (Fe):

El procedimiento se hizo según el manual de los kits de ensayo Spectroquant® .

- Colocar la muestra preparada (5 ml), pipetear en tubo de ensayo.
- Colocar 3 gotas de reactivo Fe-1, añadir y mezclar.
- Dejar en reposo 5 min, luego introducir la muestra de mediación en la cubeta y medir en el fotómetro. (Spectroquant, 2008)

3.3.5. Manganeso (Mn):

El procedimiento se hizo según el manual de los kits de ensayo Spectroquant® .

- Colocar 8ml de muestra preparada, pipetear en un tubo de ensayo.
- Colocar una microcuchara gris rasa (viene en el frasco) de reactivo Mn-1, añadir y agitar vigorosamente hasta que el reactivo se diluya.
- Añadir 2ml de reactivo Mn-2, colocar con pipeta y mezclar.
- Colocar 3 gotas de reactivo Mn-3, añadir cuidadosamente (cianuro potásico) y mezclar.
- Colocar 0.25 ml de reactivo Mn-4, añadir y mezclar inmediatamente.
- Dejar reposar 10 min y medir en el fotómetro. (Spectroquant, 2008)

3.3.6. Amonio (NH₄):

El procedimiento se hizo según el manual de los kits de ensayo Spectroquant® ..

- Colocar 5ml de muestra preparada, pipetear en un tubo de ensayo.
- Colocar reactivo 0.60 ml de NH₄-1, añadir con pipeta y mezclar.
- Colocar 1 microcuchara azul rasa de reactivo NH₄-2, añadir y agitar vigorosamente hasta que el reactivo se haya disuelto por completo.
- Dejar en reposo 5 min (tiempo de la reacción a)
- Colocar 4 gotas de reactivo NH₄-3, añadir y mezclar.
- Dejar en reposo 5 min, luego introducir la muestra de mediación en la cubeta y medir en el fotómetro. (Spectroquant, 2008)

3.3.7. Nitratos (NO₃⁻):

El procedimiento se hizo según el manual de los kits de ensayo Spectroquant® ..

- Colocar una microcuchara rasa azul de reactivo NO₃⁻ 1 en un tubo de ensayo seco.
- Colocar 5ml de reactivo NO₃⁻ 2, añadir con pipeta y agitar vigorosamente durante 1 minuto hasta que el reactivo se haya disuelto completamente.
- Colocar 1.5 ml de la muestra preparada, verter muy lenta y cuidadosamente con la ayuda de una pipeta, manteniendo inclinado el tubo de ensayo introducir la pipeta y dejar caer la muestra por la pared del tubo de ensayo.
- Dejar en reposo la solución caliente durante 10 min.
- Introducir la muestra en la cubeta rectangular y medir en fotómetro. (Spectroquant, 2008)

3.3.8. Nitritos (NO₂⁻):

El procedimiento se hizo según el manual de los kits de ensayo Spectroquant® .

- Colocar 5 ml de muestra preparada, pipetear en un tubo de ensayo.
- Colocar una microcuchara azul rasa de reactivo NO₂⁻ 1. Añadir y agitar vigorosamente hasta que reactivo se haya disuelto por completo.

- Dejar en reposo 10 minutos, luego introducir en la cubeta y medir en el fotómetro. (Spectroquant, 2008)

3.3.9. Sólidos disueltos 110° centígrados:

Para el análisis de sólidos totales, se hizo una solución de 90 g de muestra de lodo con 90 ml de agua destilada, se la colocó en el agitador magnético; se procedió a filtrar el agua con papel filtro en una probeta. Una vez filtrada el agua se midió 50 ml en un vaso de precipitación. Mientras el agua se filtraba, se colocó una cápsula en la estufa a 110° por 3 horas; luego se la ubicó en el enfriador por media hora; una vez fría la cápsula se pasó a pesar y a tarar la cápsula; luego se colocó 50 ml de agua filtrada, se volvió a pesar y con la ayuda de una pinza se coloca la cápsula en la estufa a 110°; al pasar 12 horas se comprobó que el agua de la cápsula estaba totalmente evaporada pero que al fondo de esta quedaban pequeños sólidos, la cápsula con los sólidos que quedaron después de la evaporación se pesaron. (Torres, 2009)

3.3.10. Volumen de lodos:

Para determinar el porcentaje de lodos, se realizó mediante visita de campo. El reservorio fue vaciado, lo que facilitó la entrada del personal al reservorio, con la ayuda de trabajadores de limpieza del reservorio, se pudo medir con un flexómetro la altura de lodos en 5 puntos diferentes, a pesar de que el desplazamiento dentro del reservorio se dificulta porque los lodos generados son de mal olor y sin el cuidado necesario podría ocasionar una caída.

3.4. Encuestas a los agricultores aledaños

El método utilizado para las encuestas fue la técnica cualitativa que se basa en acercarse al objeto de estudio sin delimitar un marco expreso y preciso, tratando de encontrar los hechos sociales. (Oncins, 2014)

La selección de personas se realizó mediante el muestreo aleatorio por conglomerados. Se dividió la población en conglomerados (agrupados por zonas geográficas u otras áreas de

interés para la investigación) y se selecciona aleatoriamente cuáles de ellos formarán parte de la muestra. (Oncins, 2014)

Para las encuestas primeramente se verificó que existan agricultores cercanos a la central hidroeléctrica y para lo cual determiné de tres preguntas puntuales que consideré importantes:

- 1: ¿Estaría usted de acuerdo que por parte de la Empresa Eléctrica Regional Norte se le entregue lodos proveniente del reservorio de aguas de la hidroeléctrica el Ambi para colocar en sus cultivos?
- 2: Con la entrega gratuita de la tierra ¿en qué cree usted que se podría beneficiar?
- 3: ¿Cuántas volquetas podría requerir para la cantidad de hectáreas que posee en cultivos?

Una vez acabada la encuesta, se pudo conversar con cada uno de los agricultores y conocer más acerca de cómo utilizaría el lodo y cuanto podrían abarcar en sus terrenos.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Descripción del análisis de laboratorio para la muestra de agua.

Para comprender las características del agua que llega al reservorio, en la cual se hallan los lodos, se realizó un análisis partiendo de los resultados del informe Nro. IR-CT1700475-1, de fecha 01 de marzo 2017 de laboratorio HAVOC, con los que cuenta EMELNORTE SA.

En conformidad a lo establecido en la normativa ambiental vigente, y haciendo referencia a los límites permisibles estipulados en la “Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua” se presenta a continuación una comparativa entre los resultados del informe Nro. IR-CT1700475-1, con la Tabla # 9 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, descrita en el Anexo 1, del Libro VI, del TULSMA (Reformado por el A.M. 097-A del 2015).

De los resultados representados en la tabla 1, es importante resaltar que la muestra tomada por EMELNORTE S.A., se encuentra dentro de la normativa ambiental del TULSMA, tabla 9 límites permisibles de normas de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, por lo que se considera como una ventaja a la hora de aplicar tratamientos posibles a los lodos, ya que no contiene contaminantes altos y se puede dar un tratamiento más fácil y en menor tiempo.

4.2. Descripción del análisis de Laboratorio Havoc para la Muestra de Lodos del Reservorio.

En conformidad a lo establecido en la normativa ambiental vigente, y haciendo referencia a los límites permisibles de la TABLA 2 Criterios de Remediación (Valores Máximos Permitidos para suelo agrícola), del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA (Reformado por el A.M. 097-A del 2015), “NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS”, se presenta a continuación los resultados obtenidos para la muestra de suelos tomada de los lodos del

Reservorio de la Central El Ambi, realizado por el Laboratorio HAVOC, quien mediante Informe Nro. IR-CT1701301, de fecha 3 de Agosto del 2017, emite los siguientes datos:

Tabla 8 Resultados del Análisis de Lodos del Reservorio El Ambi

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LODOS RESERVORIO (HAVOC)	LÍMITE PERMISIBLE NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS(tabla 2)	CUMPLIMIENTO
Arsénico	mg/kg	<0.1	12	CUMPLE
Bario	mg/kg	<8	750	CUMPLE
Cadmio	mg/kg	<1	2	CUMPLE
Cianuros	mg/kg	<0.7	0.9	CUMPLE
Cobre	mg/kg	42	63	CUMPLE
Conductividad eléctrica	uS/cm	5200	200	NO CUMPLE
Fluoruros	mg/kg	1.2	200	CUMPLE
Materia Orgánica	%	1.83	-	N/A
Mercurio	mg/kg	<0.1	0.8	CUMPLE
Níquel	mg/kg	9	50	CUMPLE
pH	u.pH	6.95	6-8	CUMPLE
Plomo	mg/kg	<17	60	CUMPLE
Sulfuros	mg/kg	0.94	N/A	N/A

Fuente: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados” TABLA#2 Criterios de Remediación o Restauración (Valores Máximos Permitidos para suelo agrícola) del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA (Reformado por el A.M. 097-A del 2015), Elaborado por: Poleth Vásquez, tabla comparativa entre resultados de la muestra de lodo del reservorio el Ambi y la tabla de límites máximos permisibles del TULSMA.

Es importante indicar que se consideró esta tabla ya que el lodo será utilizado en suelo agrícola.

4.2.1. Análisis de los resultados para muestra de lodos:

Del análisis realizado por parte del Laboratorio acreditado y de la comparación con los límites máximos permisibles de la normativa citada previamente, se puede decir que los lodos del reservorio de la central El Ambi, cumplen en casi todos los parámetros analizados.

El porcentaje de materia orgánica no existe en la normativa de la tabla 2 del Anexo 2 del Libro VI del TULSMA, sin embargo en España se estima que el porcentaje indicado para la práctica agrícola está comprendido entre 1,5% y 2% de materia orgánica (Angulo, 2014), lo que quiere decir que los lodos son aptos para colocarlos en suelo agrícola y que las especies allí sembradas tengan la cantidad necesaria de materia orgánica para desarrollar.

Además, a pesar de que la mayoría de parámetros se encuentran dentro de la norma, se pudo ver que el valor del pH, es ligeramente ácido, valor que es importante ya que los cultivos crecen de mejor manera en medios ácidos.

4.3. Resultado de análisis de lodos realizados en el laboratorio de suelos y aguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra.

Después de los análisis realizados por el laboratorio certificado HAVOC de la ciudad de Quito, se determinó necesario realizar análisis de las características del suelo que pueden aportar a éste, por lo que se tomó en cuenta los parámetros más utilizados en abonos para la tierra.

Tabla 9 *Análisis de parámetros físicos y químicos de los lodos del reservorio de la central hidroeléctrica el Ambi.*

Parámetros	Resultado muestra
pH	8
Fósforo (P)	>100 mg/l
Calcio (Ca)	177 mg/l
Hierro (Fe)	4.44 mg/l
Manganeso (Mn)	2.36 mg/l
Amonio (NH ₄ ⁺)	0.16 mg/l
Nitratos (NO ₃ ⁻)	1.83 mg/l
Nitritos (NO ₂ ⁻)	0.16 mg/l

Fuente: El Autor

Para poder concluir las características del lodo se comparó los parámetros con mejoradores orgánicos del suelo que son los más utilizados y son los siguientes:

Tabla 10 *Parámetros de calidad de un mejorador de suelo.*

Parámetro	Lombriz(mg)	Residuos Vegetales (mg)	Residuo Madera (mg)	Residuo Urbano (mg)	Resultado muestra (lodos)
Fósforo (P)	1.12	1.38	0.07	0.47	>100 mg/l
Calcio (Ca)	1.68	6.04	1.30	3.87	177 mg/l
Hierro (Fe)	0.90	0.76	0.59	1.48	4.44 mg/l
Manganeso	0.036	0.040	0.029	0.015	2.36 mg/l

Fuente: (Bendeck). Parámetros de calidad de un mejorador del suelo.

Elaborado por: Poleth Vásquez.

Se puede concluir que los lodos obtenidos del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi no pueden rivalizar con un mejorador del suelo 100% orgánico, pero mediante los análisis se

puede demostrar que los lodos contienen algunas cantidades altas de los parámetros que ayudan al suelo y a las plantas en su nutrición.

4.3.1. Humedad de lodo deshidratado:

Para determinar el porcentaje de humedad y el tiempo en que los lodos terminan el ciclo de secado, se realizó los siguientes cálculos:

Los primeros cálculos de humedad se realizaron de la siguiente forma: se filtró el agua mediante papel filtro y embudos durante 5 horas, una vez escurrida la totalidad de agua (50ml equivalente al 17.85 % de agua), se tomó el primer peso de la muestra. Se colocó las muestras de lodo ya deshidratado a secarse en dos diferentes estufas, la primera estufa tenía una temperatura de 110°C y la segunda a 60°C; se dejó secar por 24 horas exactas, luego se pesó nuevamente la muestra seca, así se obtuvo los siguientes resultados de porcentaje en humedad.

4.3.1.1. Temperatura (lodo seco) a 110°C:

Tabla 11 *Porcentajes de Humedad a temperatura 110°C*

Muestra	Peso Muestra (g) (lodo deshidratado)	Peso muestra seca (g)	Porcentaje de humedad (%)
M1	56.6	44.8861	20
M2	58.3751	45.9440	21
M3	60.3146	47.9284	20

Fuente: El autor

A las 24 horas de secado a 110°C la humedad da como resultado un 20% de lodo deshidratado más el 17.85% de agua filtrada da un total de 37.85 % de humedad total.

4.3.1.2. Temperatura a 60° C:

Tabla 12 *Porcentaje de Humedad a 60° C de temperatura.*

Muestra	Peso Muestra (g) (lodo filtrado)	Peso muestra seca (g)	Porcentaje de humedad (%)
M4	54.0917	42.1605	22
M5	61.3046	49.5204	19
M6	53,7844	42.0041	21

Fuente: El autor

Se pudo verificar que en las dos estufas se redujo el mismo porcentaje de humedad, esto quiere decir que la humedad que el lodo deshidratado es de 20% más el 17.85% de agua filtrada da un total de 37.85 % de humedad total.

4.3.1.3. Sólidos disueltos totales 110° C:

Este análisis se lo realizó para verificar cuántos sólidos quedan después de la filtración del agua.

Peso cápsula: 38.0540g
50 ml de agua filtrada: 49.4703g
Peso seco: 38.1041g

Sólidos disueltos totales = peso seco – peso cápsula
= 38.1041- 38.0540
= 0.05mg/l

Después de la filtración de agua de los lodos el valor de sólidos disueltos es de 0.05 mg/l.

4.4. Análisis de capacidad de almacenamiento del reservorio de la hidroeléctrica El Ambi.

Para determinar la capacidad total de almacenamiento del área del reservorio se realizó los siguientes cálculos:

4.4.1. Datos del reservorio:

Primeramente con la ayuda de un flexómetro se tomaron las medidas principales del reservorio como son el largo y el ancho, sin embargo la medida de la altura se tomó de la memoria técnica del reservorio facilitada por EMELNORTE SA.

Tabla 13 *Datos del Reservorio*

Ítem	Medida tomada	Unidad
Largo (L)	91.20	Metros
Ancho (A)	84	Metros
Profundidad (H)	3.5	Metros

Fuente: El autor

Considerando que el talud es de 1:2 (medida tomada de la memoria técnica civil del reservorio), y que la altura es de 3.5 m, por lo tanto se obtuvo que la longitud de las aristas del reservorio es de 7 metros cada una, este dato es importante para calcular el área del lecho del reservorio, y posteriormente determinar la capacidad total del reservorio.

Tabla 14 *Verificación del talud:*

Nro. de aristas por lado.	Profundidad del reservorio	Talud	Longitud de la arista del talud	Suma del valor de las aristas.
2	3,5 m.	1:2	7 m.	14 m.

Fuente: El autor

Cálculo del Lecho del reservorio:

Utilizando la siguiente fórmula se obtuvo las medidas del lecho del reservorio:

$$LR - SA = LL$$

LR = Lado del reservorio.

SA = Sumatoria de las aristas.

LL = Lado calculado del lecho del reservorio.

Tabla 15 *Cálculo del lecho del reservorio*

Suma del valor de las Aristas	Largo del reservorio (superficie)	Ancho del reservorio (Superficial)	Largo del reservorio (Lecho)	Ancho del reservorio (Lecho)
14 m.	91,20 m.	84 m.	77,20 m.	70 m.

Fuente: El autor

Para determinar cuál es la capacidad de almacenamiento total del reservorio, primero se debe obtener la media del largo y ancho del reservorio, la cual se calcula entre la medida superficial y la medida del lecho:

$$ML = \frac{LR + LL}{2}$$

Donde:

ML: media largo

LR: largo del reservorio

LL: largo del lecho del reservorio

	Media largo del reservorio	Media ancho del reservorio
Valor	84.20 m	77m

a) Volumen del reservorio:

Para determinar el volumen de la capacidad total del reservorio se realizó la siguiente formula:

$$V: l * a * h$$

Donde:

V: volumen del reservorio

L: largo medio del reservorio

A: ancho medio del reservorio

H: altura del reservorio

$$V: 84.20 * 77m * 3.5m$$

$$V: 22691m^3$$

b) Volumen de lodos generados en el reservorio

Mediante una visita de campo se pudo tomar 5 datos diferentes de la altura del lodo en el reservorio, con estas medidas se obtuvo un promedio, para poder calcular el volumen total de lodos acumulados en el reservorio.

Tabla 16 *Medidas del lodo*

PUNTOS	MEDIDAS EN METROS
1	81cm
2	80cm
3	80cm
4	82cm
5	81cm

Fuente: El autor

El promedio de los 5 puntos es de 80 cm de altura de los lodos.

Tabla 17 Datos del Lecho del reservorio

Ítem	Medida tomada	Unidad
Largo del lecho (L)	77.20	Metros
Ancho del lecho (A)	70	Metros
Altura de lodos(H)	0.80	Metros

Fuente: El autor

Tabla 18 Verificación del talud:

Nro. de aristas por lado.	Profundidad del reservorio	Talud	Longitud de la arista del talud	Suma del valor de las aristas.
2	80cm	1:2	1.60 m.	3.20 m.

Fuente: El autor

Utilizando la siguiente fórmula se obtuvo las medidas del lecho del reservorio:

$$LR + SA = LL$$

LR = Lado del reservorio.

SA = Sumatoria de las aristas.

LL = Lado calculado del lecho del reservorio.

Tabla 19 Cálculo del lecho del reservorio

Suma del valor de las Aristas	Largo del lecho reservorio (Lecho)	Ancho del reservorio (Lecho)	Largo del reservorio (línea de lodo)	Ancho del reservorio (línea de lodo)
3.20 m.	77.20m.	70m.	80.40 m.	73.20 m.

Fuente: El autor

Para determinar cuál es la capacidad de almacenamiento de lodos del reservorio, primero se debe obtener la media del largo y ancho del reservorio, la cual se calcula entre la medida superficial y la medida del lecho:

$$ML = \frac{LR + LL}{2}$$

Donde:

ML: media largo

LR: largo del reservorio

LL: largo del lecho del reservorio

Tabla 20 Datos de la media de la línea de lodo

	Media largo de línea de lodo	Media ancho línea de lodo
Valor	78.8 m	71.6m

Fuente: El autor

c) Volumen de lodos:

Para determinar el volumen de la capacidad de lodos del reservorio se realizó la siguiente formula:

$$V: l * a * h$$

Donde:

V: volumen

L: largo

A: ancho

H: altura

$$V = 78.80 * 71.60 * 0.8$$

$$V = 4513m^3$$

El valor de volumen de generación de los lodos obtenidos puede variar en función de varios factores como las precipitaciones anuales, uso de suelo río arriba; factores físicos como el cambio de terreno, topografía, entre otras.

4.5. Encuestas:

La encuesta se realizó siguiendo la metodología mencionada en el capítulo 3; ésta se enfocó a los pobladores que poseen cultivos o áreas agrícolas alrededor de la central hidroeléctrica el Ambi; para conocer si estarían interesados en la entrega de los lodos que se propone en el plan; para lo cual se hicieron tres preguntas relacionadas netamente a la ejecución del plan, además se pudo conversar acerca de los cultivos que allí tienen. Antes de realizar las preguntas se socializó el tema y se explicó a los pobladores qué parámetros y nutrientes contienen los lodos y de qué forma estos ayudarían al suelo.

La primera pregunta es ¿le gustaría a usted que por parte de la Empresa Eléctrica Regional Norte se le entregue lodos con porcentaje de nutrientes orgánicos provenientes del reservorio de aguas de la hidroeléctrica el Ambi para colocar en sus cultivos? Esta pregunta tuvo una aceptación del 100% por parte de los agricultores.

La segunda pregunta fue: con la entrega gratuita de la tierra ¿en qué cree usted que se podría beneficiar?

La mayoría de las respuestas fueron acerca de beneficios económicos; el señor Marco Bolívar Terán propietario de 200 m² comentó que gasta 150 dólares en cada siembra, comprando “gallinaza”, lo que con la entrega de estos lodos podría mezclarlos con menor cantidad de “gallinaza” y así economizaría para futuras compras de cultivos.

El señor Edgar Moreta concluyó que con la entrega de las tierras evitaría los costos de compras de abono en volquetas desde la ciudad de Ibarra.

La pregunta número tres fue acerca de la cantidad de lodos que ellos utilizarían en sus terrenos: ¿Cuántas volquetas (8m³) podría recibir para la cantidad de hectáreas que posee en cultivos?

Las respuestas fueron variadas y se dedujo que la cantidad de abono depende de lo que esté sembrado; es decir el Sr. Richard Erazo propietario de 3 ha, comentó que tiene por el momento sembrado pimiento en todo su terreno, que los cosechará en 3 meses, y al momento de la cosecha el suelo queda muy dañado lo que hace que se coloque más abono; es por eso comentó que requeriría 10 volquetas para las 3 ha de terreno.

La Sra. María Chuquín Lita propietaria de 1 ha y media, tiene siembras de alfalfa que cosecha cada semana lo que solicitaría 4 volquetas cada mes.

La encuesta realizada es de mucha ayuda para poder conocer la aceptación del proyecto en la comunidad, para saber las cantidades de lodo a entregar a los pobladores y por último conocer un poco más de las actividades que se realizan a los alrededores de la central hidroeléctrica para que así junto la empresa con la comunidad puedan trabajar de la mano ayudando económicamente a la población y al medio ambiente.



Figura 11 Imagen de los alrededores del reservorio de la hidroeléctrica El Ambi; señalando los agricultores a entregar la tierra.

Fuente: google maps, elaborado por Poleth Vásquez.

- Marcelo Quilca
- José Álvarez
- Richard Erazo
- Edgar Moreta

- María Chuquín Lita
- Marco Bolívar Terán
- José Amasea

Tabla 21 *Coordenadas de terrenos de agricultores*

DUEÑO DEL TERRENO	COORDENADA X (UTM)	COORDENADA Y (UTM)	ALTITUD m s. n. m.
María Chuquin Lita	815909	10043342	1998
Jose Álvarez	815680	10043155	2005
Marcelo Quilca	815766	10043144	2005
Edgar Moreta	815924	10043104	2001
Jose Amasea	816010	10042974	2000
Richard Erazo	815809	10042964	2004
Marco Bolívar Terán	815923	10043530	1996

Fuente: El autor

Tabla 22 *Registro de Agricultores*

Registro de Agricultores							
N°	Nombre y Apellido	Área de terreno	Volquetas a necesitar	Cada que tiempo	al año	m ³	Contactos
1	Jose Álvarez	1 ha	5 volquetas	cada 3 meses	20 volquetas	160	968152372
2	Marco Bolívar Terán	200 m ²	1 volqueta	cada mes	12 volquetas	96	986785623
3	Richard Erazo	3 ha	10 volquetas	cada 2 meses	60 volquetas	480	976435212
4	Edgar Moreta	3 ha	20 volquetas	cada 2 meses	120 volquetas	960	995326783
5	María Chuquin Lita	1/2 ha	4 volquetas	cada mes	48 volquetas	384	997861243
6	Jose Asmásea	3 ha	10 volquetas	cada 6 meses	20 volquetas	160	985698761
7	Marcelo Quilca	1 ha	5 volquetas	cada 6 meses	10 volquetas	80	976445876
TOTAL m ³						2320	

Fuente: El autor

CAPÍTULO V

5. DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LODOS PROVENIENTES DEL RESERVORIO DE LA ESTACIÓN HIDROELÉCTRICA “EL AMBI”.

Luego del análisis realizado en el capítulo anterior, se ha determinado que la mejor posibilidad de dar una correcta gestión a los lodos obtenidos en el reservorio de la central el Ambi, es crear un área de almacenamiento y secado de los lodos, en los cuales se coloque el lodo extraído del reservorio, durante un periodo de tiempo establecido (5 días) para que estos se sequen y una vez ya secados poder entregar a los agricultores cercanos a la central. También se estableció que durante los tres primeros años, el lodo se utilizará en bermas que formarán un cerramiento natural alrededor del reservorio.

5.1. Alcance del plan

5.1.1. Consideraciones Generales

a) Identificación de la fuente de Generación de Lodos.

Los lodos acumulados en el Reservorio de la Central Hidroeléctrica El Ambi, son netamente generados por el arrastre de sedimentos de la corriente del Río Ambi, el mismo que al encontrarse con la estructura de embalse del reservorio, deposita materiales sedimentarios acarreados en el trayecto, en su mayoría suelos de lecho de Río.

b) Tiempo de Retención en la Fuente.

De acuerdo al encargado de la operación de la Central El Ambi, El Ing. Nelson Suarez (Director de generación Eléctrica), se establece que el tiempo máximo de retención de lodos en el Reservorio es de 1 año, ya que cada año realizan la limpieza de los sedimentos, el tiempo de retención no puede ser menor por el motivo que la hidroeléctrica no puede parar su actividad varias veces al año, se ha establecido que en el mes de julio se realice la limpieza por 5 días, con la finalidad de garantizar un correcto funcionamiento de la central.

c) Cantidad aproximada de lodos en un año.

De acuerdo a los cálculos realizados en el capítulo 4, se determina que la cantidad anual aproximada de generación de lodos es de 4500 m³, que se deberán considerar en el manejo del presente plan.

5.2. Medidas del sistema de gestión de lodos.

La propuesta de este proyecto está enfocada a que una parte (1500m³ aproximados) de los lodos acumulados en el reservorio de la central el Ambi, conformen primeramente las bermas, una por año, que se ubicarán en la parte norte (primer año), oeste (segundo año) y sur (tercer año), del área mencionada; es decir conformando un cerramiento para proteger al agua del embalse de la entrada de material particulado que pudieran ser acarreados por efecto de los vientos; y finalmente la parte restante de lodos (2320 m³), serán entregados gratuitamente a los agricultores aledaños para que sean utilizados como mejorador de suelo en los cultivos de la zona.

Para esto se necesita establecer las siguientes medidas:

5.2.1. Sistema de Recolección.

El Sistema de Recolección de lodos del reservorio se lo realizará mediante el siguiente proceso:

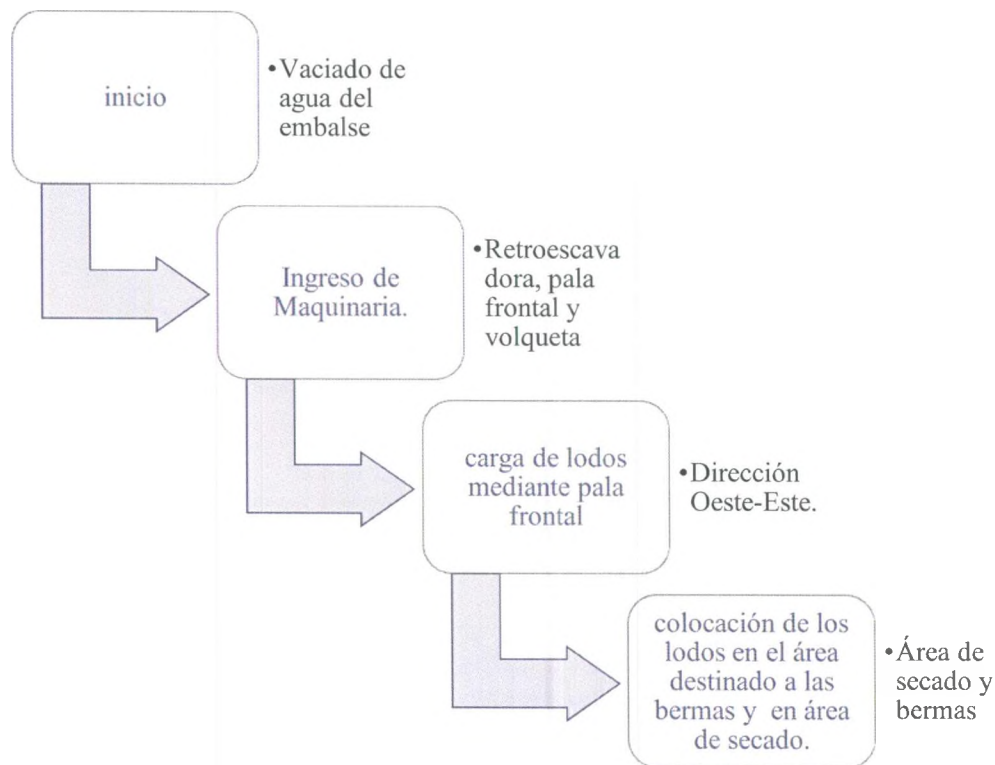


Figura 12 Sistema de recolección de lodos del reservorio de la hidroeléctrica "El Ambi"

Fuente: Poleth Vásquez, sistema de recolección de lodos del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi.

5.2.2. Conformación de Bermas

Primeramente se considerará que el vaciado del reservorio se lo realice los días soleados ya que en días lluviosos los trabajos se dificultan, la limpieza de los lodos se prevé realizar una vez al año por el lapso de 5 días, de preferencia laborables.

El vaciado del reservorio es activado mediante compuertas ubicadas en el lado sur, las cuales dan paso para que las aguas lleguen directamente al río Ambi, mediante el canal de limpieza.

Inmediatamente los lodos que quedan en el reservorio serán llevados por la acción de una pala frontal, la cual ingresa al lecho del reservorio por la rampa de acceso que se encuentran en el lado oeste del reservorio; los lodos serán depositados en el flanco este en donde una retroexcavadora los removerán para colocarlos posteriormente en el área de almacenamiento y en las bermas del perímetro.

La berma norte será la primera en ser conformada en el primer año, con la finalidad de sembrar especies arbóreas de carácter ornamental y de esta forma formen una cortina rompe viento que evitará que el viento predominante (norte – sur) acarree material particulado hacia el espejo de agua.

Tabla 23 *Especificaciones técnicas de las bermas.*

Número de Berma	Altura	Ancho	Largo	Terraplén	Gradientes	Pendientes
1 Berma norte (primer año)	2 metros	5 metros	100 metros	1.5 metros	- trasera: 2.15 metros. - frontales: 1.16 metros.	-trasera: 68°. -frontales: 74°.
2 Berma Oeste (segundo año)	2 metros	5 metros	85 metros	1.5 metros	- trasera: 2.15 metros. - frontales: 1.16 metros.	-trasera: 68°. -frontales: 74°.
3 Berma Sur (tercer año)	2 metros	5 metros	100 metros	1.5 metros	- trasera: 2.15 metros. - frontales: 1.16 metros.	-trasera: 68°. -frontales: 74°.

Fuente: El autor

Para la conformación de la berma el montículo será de 2 metros de altura, los dos terraplenes serán de 1.5 metros cada uno, el largo total de la berma será de 100 metros y el ancho será de 5 metros; las pendientes de las gradientes serán: la pendiente de la parte trasera de la berma será de 68 ° lo que nos da un talud de 2.15 metros; las dos gradientes del lado frontal de la berma serán de 74°, lo que representa un talud de 1.16 metros cada una. El volumen de cada una de las bermas será de aproximadamente 1000 m³.

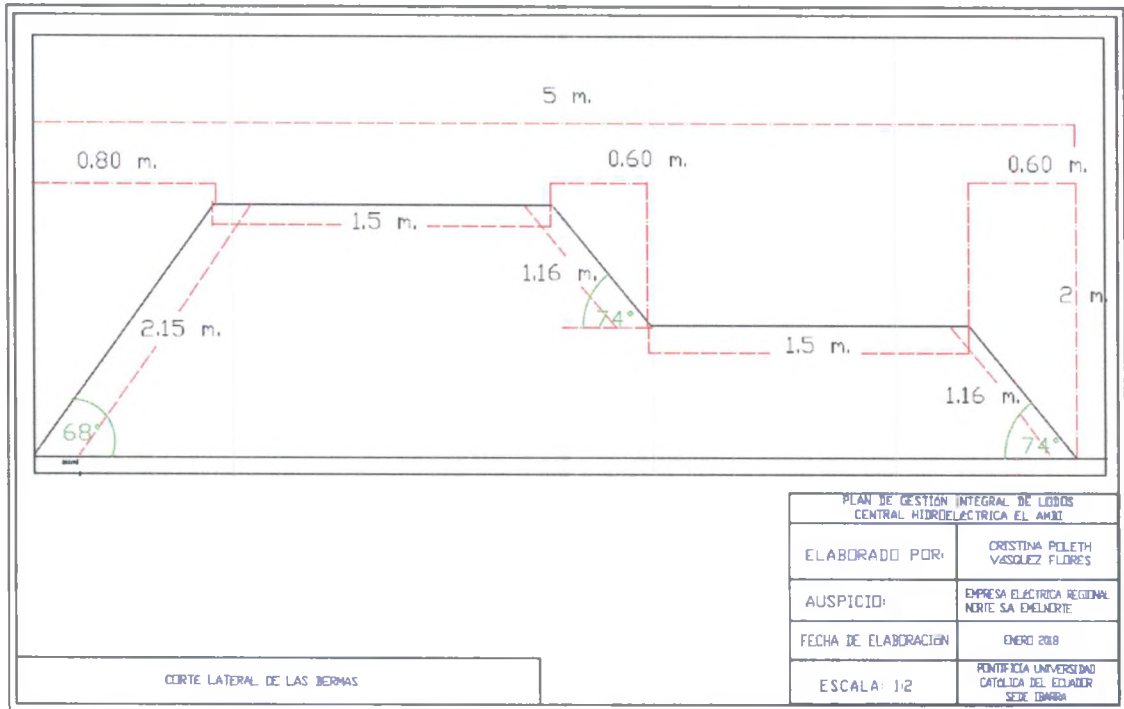


Figura 13 Corte Lateral de la berma

Fuente: El autor.

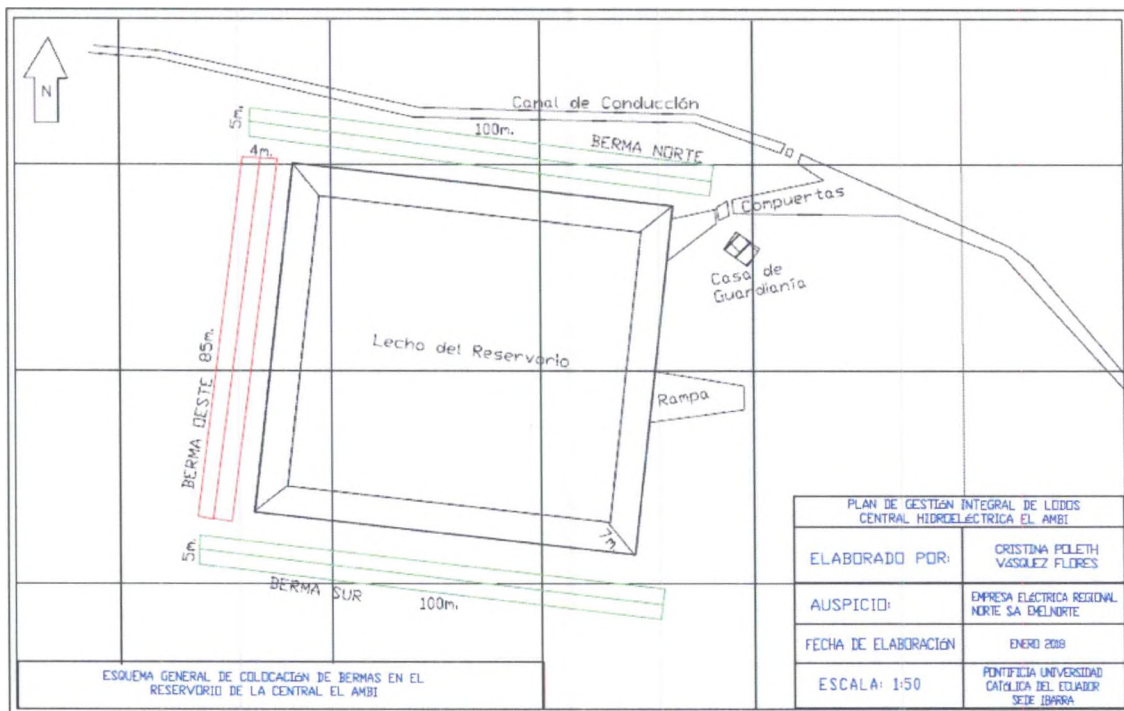


Figura 14 Plano colocación de las bermas

Fuente: El Autor

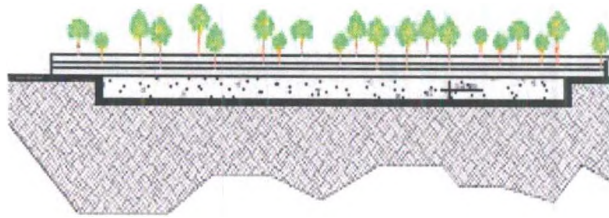


Figura 15 Corte frontal berma norte

Fuente: El Autor

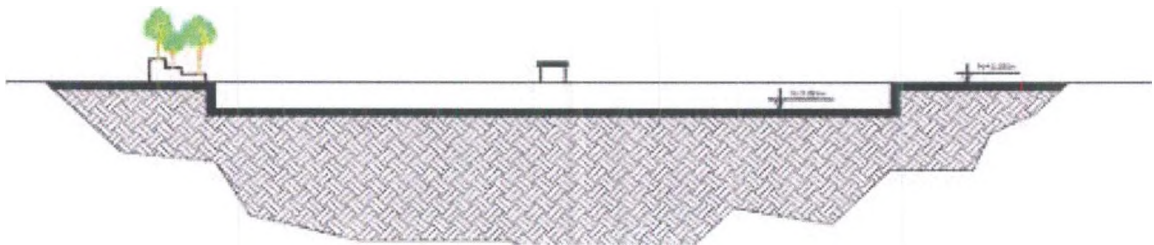


Figura 16 Corte Lateral berma Norte (referencial)

Fuente: El Autor

a) Uso del lodo seco.

Considerando las cantidades y características de los lodos según los resultados del análisis realizado en el laboratorio de suelo y aguas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, en los que se ha determinado que contienen características importantes para el desarrollo de bacterias nitrificantes, ya que según Rocco Mancinelli, dichas bacterias como la nitrobacter, que es un género de bacterias que producen enzimas claves en la nitrificación, viven en ambientes con cantidades considerables de amonio que mejoran notablemente el crecimiento de las plantas, debido a la facilidad de descomponer el amonio en nitritos y nitratos de fácil absorción para las raíces de las plantas consideradas a sembrar y de los cultivos propios de la zona. (Mancinelli, 1996)

b) Determinación de especies a sembrar.

Se eligieron las especies a sembrar en función de las siguientes consideraciones:

- Aspectos climáticos de la zona.
- La capacidad del entorno a los procesos de restauración natural.
- Adaptación de las especies a los cantos y variaciones climáticas.
- Resistencia al ataque de plagas.
- Integración en el paisaje local y circundante.

Una vez culminados los trabajos de disposición, conformación de las bermas y el tiempo necesario de secado se procederá a la preparación del terraplén de las mismas, a través de las siguientes actividades:

c) Preparación del terreno:

Previo a la siembra se deberá remover el suelo (la parte donde se realizarán los huecos donde se colocarán las plantas), un lecho desmenuzable de suelo de una altura mínima de 30 centímetros, para permitir un correcto desarrollo del enraizamiento de las especies vegetales a plantarse.

d) Remoción:

La herramienta empleada para remover los hoyos donde se sembrarán las plantas será mediante una barra de acero.

e) Elección de especies

Al momento de elegir una especie a sembrar se debe seleccionar una planta que sea fácil de propagar, se adapte a las temperaturas y climas del lugar, tenga un atractivo es decir tenga flores o sus hojas sean de color llamativo y que sus raíces sean de tamaño pequeño para evitar que hurten los nutrientes de las plantas vecinas. En la siguiente tabla se detallan las posibles especies que pueden ser utilizadas para la siembra.

Tabla 24 *Especies elegidas para la siembra.*

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<i>Malvaceae</i>	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Lechero

Fuente: El autor.

f) Siembra

Con anterioridad a la siembra, en las áreas preparadas, el terreno deberá estar libre de maleza, y materia objetable como inadecuada para el relleno de los hoyos, se recomienda realizar el sistema de plantación llamado rombo o triángulo, según éste, las especies van situados en los vértices de triángulos equiláteros imaginarios trazados a lo largo de las bermas, esto garantizará una dispersión alternada de plántulas.

La apertura de hoyos será mediante el uso de barra o pala. Los hoyos tendrán dimensiones suficientes para que las raíces crezcan sin aglomerarse, haya una buena tasa de infiltración de agua, por lo general los hoyos son de 30 x 30 x 30 cm.; o 40 x 40 x 40 cm.

La distancia entre hoyos se deberá hacer en plantación triangular, es decir cada planta deberá tener una separación de al menos 1 m., considerando que se espera conformar una cortina rompe vientos natural, formando triángulos; así se evita que las raíces se choquen o enreden entre ellas. Se sembrarán aproximadamente 170 plantas en cada berma, considerando el método elegido de triangulo.

Las plántulas tendrán una altura promedio de 30 centímetros, la siembra deberá realizarse en días húmedos, nublados y sin mucho viento.

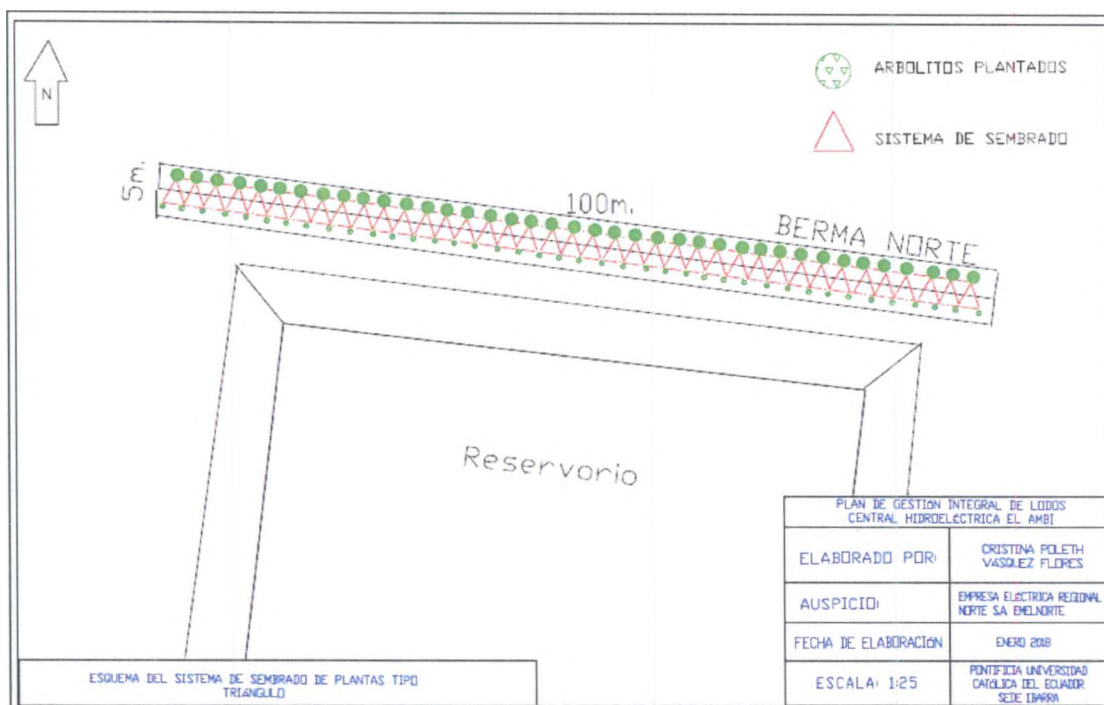


Figura 17 Estructura del sistema de siembra

Fuente: El autor

g) Cuidados post-siembra

Para el cuidado del área plantada será necesario contratar a una persona que realice labores de resiembras, riego, desbrozas estableciendo un calendario para las labores citadas por lo menos de un año. El riego deberá hacerse mediante mangueras de operación manual el agua se distribuirá uniformemente con la frecuencia y en la cantidad adecuada.

Para garantizar un buen desarrollo de la plantación los árboles necesitan de los cuidados siguientes:

- Asegurar el establecimiento de las especies y su desarrollo inicial, mediante la práctica de riegos 2 veces por semana.
- Conservar la superficie, en torno a las especies, libres de malas hierbas, las cuales deben extraerse de raíz por medio de herramientas manuales.

5.2.3. Almacenamiento temporal y lecho de secado.

Al costado Este del reservorio, junto a la casa de guardia, se deberá construir una plataforma tipo loza de hormigón de 100m de largo por 40m de ancho, la misma que deberá contar con muros de contención de hormigón de 1 m. de alto. El área albergara aproximadamente 4000m³ de lodos extraídos del lecho del reservorio.

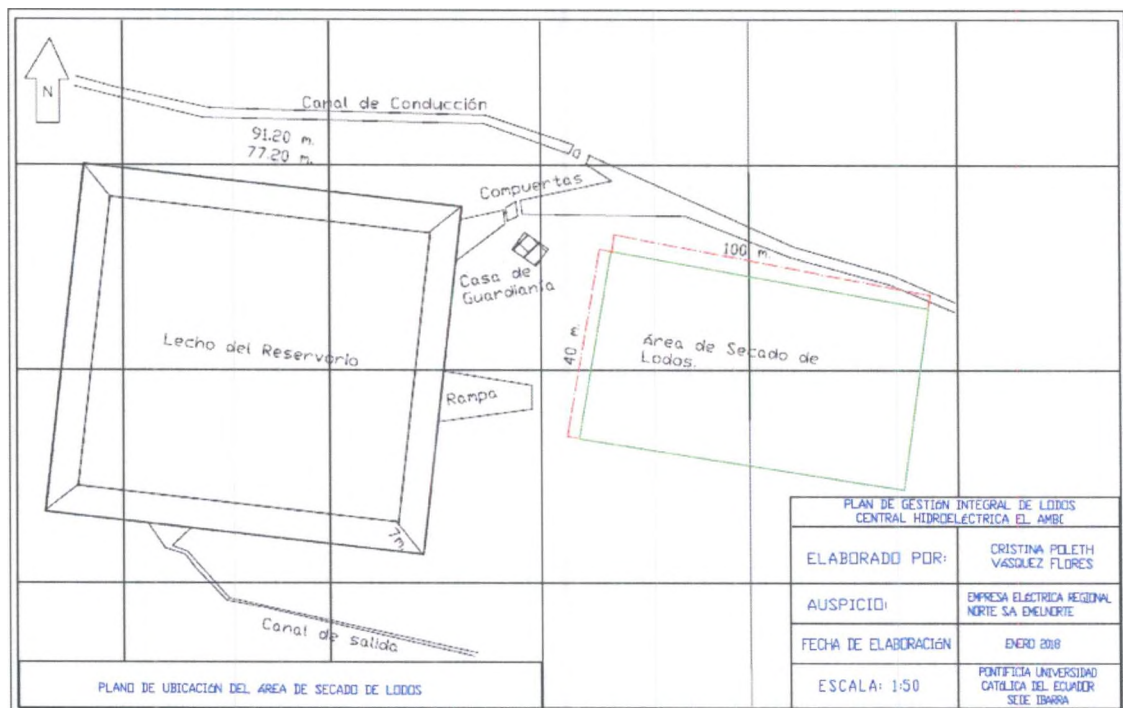


Figura 18 Ubicación del área de almacenamiento temporal

Fuente: El autor

Para el área de almacenamiento temporal de lodos se ha considerado, al momento de su construcción, establecer una pendiente del 1% (por cada 100m. de largo hay 1m. de desnivel) a lo ancho de la estructura, con la finalidad de garantizar un drenaje adecuado por acción de la gravedad.

Para el drenaje del agua contenida en los lodos (37.85%), se establecerá un sistema drenante mediante tubería PVC, para el efecto se colocará tubos PVC de 75 mm. En dirección sur – norte, así mismo se colocarán transversalmente 2 tubos de 110 mm., los cuales recolectarán el drenaje y posteriormente lo transportarán hacia un canal que depositará las aguas en el

canal principal de evacuación del reservorio, dicho canal lleva las aguas hacia la casa de máquinas para la generación eléctrica.

Con finalidad de mejorar el drenaje del agua y el secado de lodos, en el área de almacenamiento temporal, posterior al sistema de tubería se instalará una malla metálica que asegurará y protegerá a la tubería.

El sistema de drenaje se lo hará de la siguiente forma:

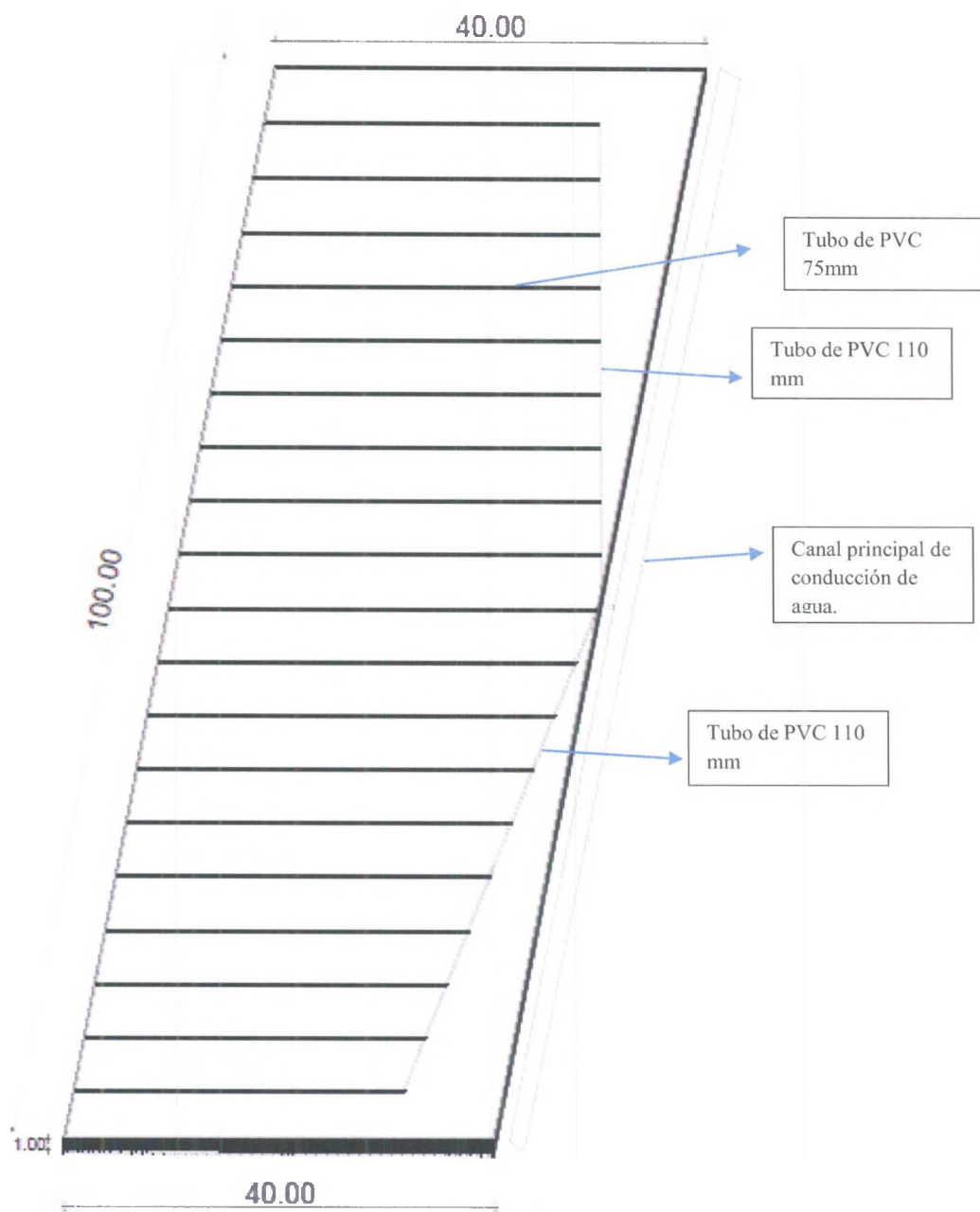


Figura 19 Sistema de drenaje del área de almacenamiento temporal.

Fuente: El autor.

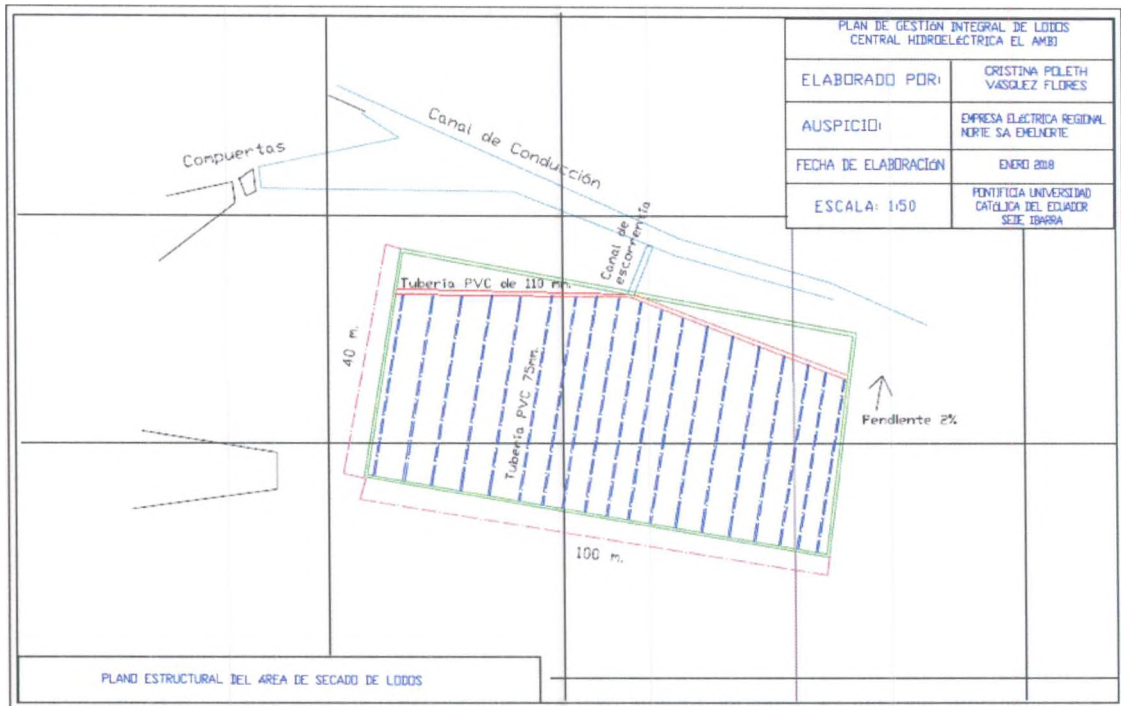


Figura 20 Sistema de drenaje

Fuente: El autor

a) Tiempo de Secado.

Mediante el uso de un tensiómetro, se deberá medir la humedad relativa del lodo a los 5 días de ser colocado en los lechos, posteriormente, si el valor de humedad es menor que 20%, se procederá a retirar mediante una retroexcavadora, y se colocará el lodo en volquetas que, consecutivamente serán entregados a los pobladores cercanos al reservorio.

5.3. Socialización de la Investigación

Socialización del Proyecto:

La socialización del proyecto se realizó el día lunes 26 de marzo del 2018, en la sala de conferencias de la PUCE-SI a la 17:30 h. Para este evento se realizó la invitación a los funcionarios de EMELNORTE SA, para lo cual asistió el ingeniero Gustavo Yacelga como delegado de esta institución, además se hizo la invitación a los docentes de la carrera de Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo. A este evento asistieron 12 personas.

Al ingresar a la sala de conferencias se les pidió comedidamente a los asistentes que firmaran la hoja de asistencia y se les entregó el cuestionario de proceso de socialización de investigación con la finalidad de evaluar el aspecto en base a la organización del evento y contenido que presenta la investigación; seguido a eso comenzó la presentación, que se la realizó mediante diapositivas en power point, reflejadas en una televisión en la sala de reuniones, al finalizar la exposición se pasó al proceso de preguntas donde se pudo aclarar dudas e inquietudes de cada uno de los participantes.

En base a la Organización del evento de socialización los participantes indicaron lo siguiente:

En la figura 21, con respecto a la comodidad que brindó la sala donde se desarrolló el evento, se obtuvo un 90 % de aceptación muy alto y un 10 % alto. Y de igual manera en cuestión del adecuado uso del material audiovisual, el 70% de los participantes lo estiman como muy alto, el 20% consideran que fue alto, y el 10 % consideró que fue medio, teniendo un resultado positivo en la organización del evento.



Figura 21 Gráfica del aspecto organizacional del evento de socialización

Fuente: El Autor

En la Figura 22, se indica que en el caso del dominio del tema por parte del expositor, el 70% lo determina como muy alto, el 20% como alto y el 10% como medio; para el manejo adecuado del auditorio por parte del expositor, el 70% lo estima como muy alto, el 20% como medio y el 10% como alto y por último la facilidad de expresión del expositor obtuvo un 80% muy alto y un 20 % alto.

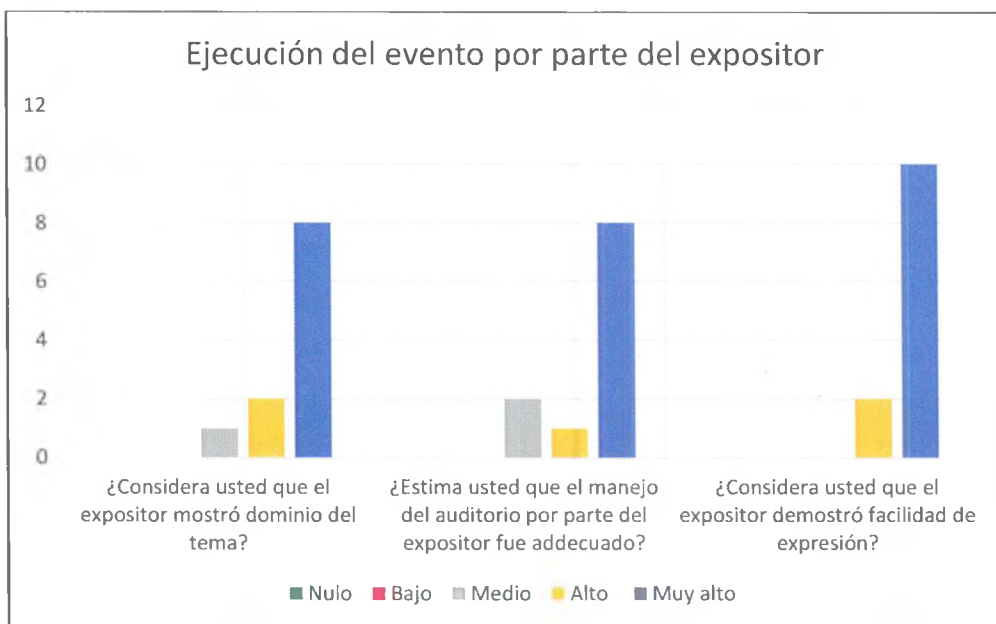


Figura 22 Gráfica del aspecto ejecución del evento por parte del expositor.

Fuente: El autor

La Figura 23 señala que con relación a la relevancia del tema de investigación hacia algún actor o sector de la sociedad obtuvo un 90% muy alto, un 10 % alto, en el caso de que la investigación posea perspectivas para estudios complementarios posteriores se indica en un 80 % muy alto, 10% alto y un 10% medio. Se estima un 90% muy alto en que la investigación genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización social, empresa pública o privada, comunidad o institución y un 10% alto; por último con el aspecto del cumplimiento de los objetivos planteados, el 70% señala un estándar muy alto, mientras que un 30 % señala alto.

Medición de impacto de la investigación

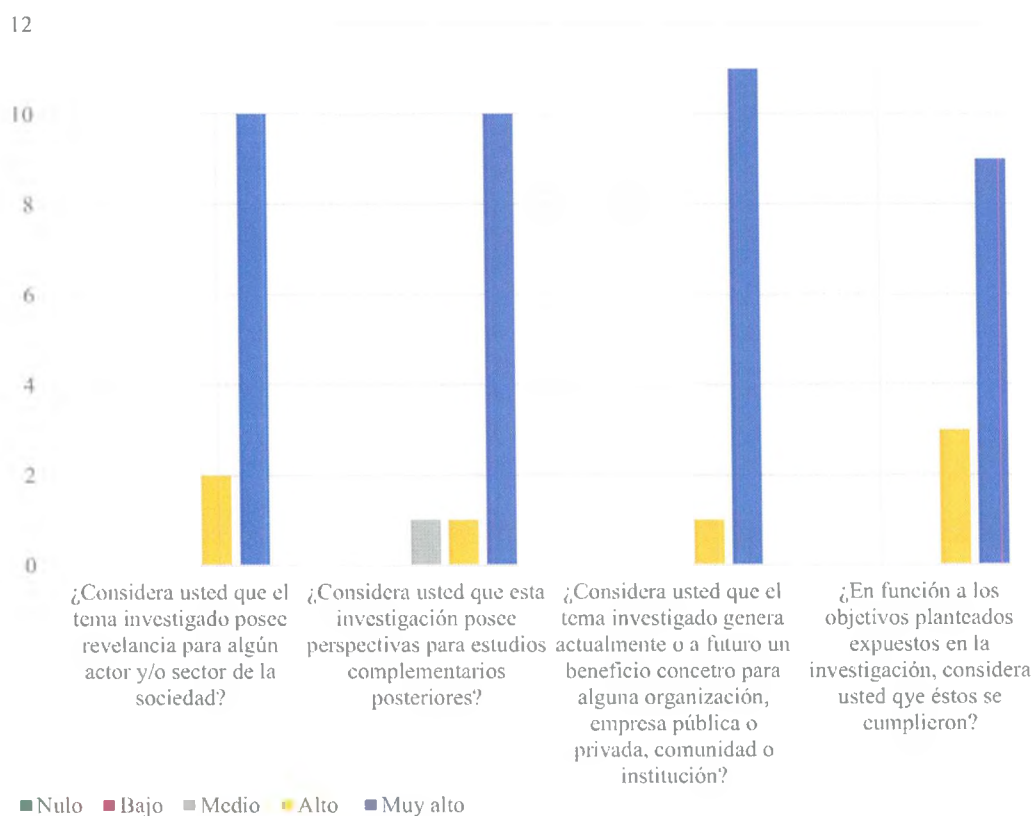


Figura 23 Gráfica del aspecto medición de impacto de la investigación.

Fuente: El autor

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El sistema de gestión propuesto contribuye con el cumplimiento de la responsabilidad socio-ambiental de EMELNORTE S.A., lo que justifica la inversión a realizarse.

Los lodos analizados no representan valores fuera de los parámetros permisibles, lo que nos permite determinar que son aptos para utilizar como suelos agrícolas, principalmente para especies ornamentales y de características arbustivas, además los niveles de micronutrientes dan lugar a una nitrificación del suelo mediante bacterias, las mismas que son beneficiosas para los cultivos.

Debido a que los lodos no retornarán al caudal del río Ambi, se contribuirá a que el cauce natural del río no se vea afectado y por ende, no se afectará el ecosistema propio del lugar, además se garantizará la reducción del impacto visual negativo del área del reservorio, ya que al implementar bermas con especies ornamentales, se creará una cortina rompe viento natural, lo que mejorará las condiciones del espejo de agua y brindará un hábitat para especies de fauna local.

Los lodos que no sean dispuestos en las bermas, serán entregados a agricultores locales para mejorar sus cultivos, contribuyendo con el beneficio social y mejorando la relación EMELNORTE y pobladores.

6.2. Recomendaciones:

Se recomienda a EMELNORTE SA seguir las actividades y estrategias sugeridas en el presente proyecto para tener un buen manejo de lodos en cumplimiento de la normativa vigente, evitando así que el caudal del río se altere.

En vista de que este proyecto nació como necesidad de la misma Institución, EMELNORTE S.A. deberá garantizar que se cuente con el presupuesto anual, tanto de la inversión inicial como de su mantenimiento.

Para las especies a sembrar se recomienda la utilización del lechero rojo y las cucardas, debido a que estas especies son fáciles de propagar, es decir soportan variedad de temperaturas, soportan vientos, sus raíces son de tamaño pequeño, son arbustos en su mayoría utilizados para cerramiento de fincas o viviendas.

Se deberá realizar mayor difusión a los agricultores del lugar con la finalidad de incrementar los beneficiarios que deseen recibir esta tierra seca, lo que contribuirá con el beneficio social mejorando la relación EMELNORTE y pobladores.

Se recomienda que las plantas sean adquiridas en viveros de la zona, para contribuir con el desarrollo económico local.

Bibliografía

- 097 Acuerdo Ministerial. (2015). Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. Anexo 2 (pág. 33). Quito: Edición Especial N° 387- Acuerdo Ministerial 097.
- Alajo, D. V. (2013). Diseño y construcción de una pico central hidroeléctrica en la hostería “Los Llanganates” ubicada en el sector Las Carmelitas en el kilómetro 65 de la carretera Salcedo - Tena para generar energía eléctrica limpia. Latacunga: UTC.
- Alexandra, B. P. (2015). Diseño de una Planta de Tratamiento para los Lodos de Dragado de la Laguna de Colta. Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Angulo, J. d. (2014). La impotancia de materia orgánica en el suelo. España: Agricultores Red de Especialistas en Agricultura.
- Astec. (2009). Proyecto hidroeléctrico agoyán. Tungurahua.
- Bendeck, M. (s.f.). Parámetros de Calidad de un compost. Bogota: Magister en Suelos .
- Briceño, E. E. (2008). Manual de capacitacion en operacion y mantenimiento de pequeñas centrales hidráulicas. Lima- Peru.
- Cantú, P. (2007). Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices. . Buenos Aires.
- CELEC.EP. (2013). Complejo Hidroeléctrico Paute Integral. Cuenca.
- Córdova Carmen, J. J. (2016). Diseño de embalse teniendo en consideración los impactos ambientales. PERU: Universidad de Piura.
- Criollo, L., & Quezada, C. (2011). Diseño de una mini central de energía hidroeléctrica en la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca. Cuenca: Universidad Técnica Salesiana.
- Cruz , H., & Ramos, F. (2009). Análisis hidráulico del sistema de mombeo a través de tanques hidroneumáticos para el abastecimiento de agua potable de un edificio habitacional. Mexico: Instituto Politécnico Nacional.
- EMELNORTE. (2015). Ficha ambiental el Ambi. Ibarra.
- EMELNORTE. (5 de Julio de 2016). EMELNORTE. Recuperado el 13 de julio de 2017
- Flores Cepeda, J. A. (2015). Evaluación del impacto ambiental de los procesos de ribera, curtido y acabados de pieles en la empresa ecuatoriana de curtidos Salazar. Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- García, N. O. (2006). Lodos residuales: estabilización y manejo. México.

- Giraldo, B., & Joan, S. (2016). Operación óptima de una cadena de plantas hidráulicas de generación con embalses. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gómez Rendón, C. P. (2012). Manejo de Aguas Residuales en Pequeñas Comunidades. Universidad nacional abierta y a distancia – UNAD Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente .
- Grajales, S. J., Monsalve, J. A., & Castaño, J. M. (2006). PRograma de manejo integral de los lodos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de la universidad tecnológica de Pereira. Pereira: Scientia et Technic.
- Hernandez Huitrón, F. J., Flores Bautista, J. A., & Techichil Montiel, I. (s.f.). Generación eléctrica aprovechando los flujos de aguas residuales. Quito: Universidad Politécnica Nacional.
- Jaramillo, J. (2008). Tipos de muestreo. Antioquia.
- Juiña Loachamín, S. K. (2011). Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de tratamiento de desechos orgánicos que acoge la estación de transferencia Poroto Huaico (ET2) del Distrito Metropolitano de Quito, para la obtención de abono orgánico. QUITO.
- Mancinelli, R. (1996). The nature of nitrogen: an overwie. Life Support & Biospher Science .
- Marengo Mogollón, H. R., Romero Castro, I., Domínguez, G., & Fuentes Mariles, O. (2015). Análisis experimental del diseño de un dispositivo para la extracción de sedimentos en obras de generación eléctrica. Mexico: primer congreso iberoamericano sobre sedimentos y ecología.
- Martinez, E. (2014). Los fertilizantes y su uso. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes .
- Ministerio del Ambiente. (4 de MAYO de 2015). Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. Anexo 2 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente. Quito, Ecuador: Acuerdo NO. 061.
- Oncins, M. (2014). Encuestas: metodología para su utilización. España: Centro nacional de condiciones de trabajo.
- Ortiz, R. (2001). Pequeñas centrales hidroeléctricas.
- (2015). Procedimiento para la toma de muestras. Quito.
- Quevedo Figueroa, T. F. (2016). Diseño de las obras de mejoramiento del sistema de agua potable para la población de Cuyujá como parte de las obras de compensación del proyecto Hidroeléctrico Victoria. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador .
- Ramirez, A. (2006). Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramos, E. (2008). Efecto de la humedad, temperatura y pH del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio. Lima-Peru: Ecología Aplicada versión impresa ISSN 1726-2216.

- Realpe, R. M. (2013). Generación de un Catálogo de las Centrales Hidroeléctricas del Ecuador mediante una herramienta SIG. Sangolquí, Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Renovable, M. D. (2016). COCA CODO SINCLAIR. Napo Y Sucumbios.
- Rivera, N. E. (2010). Mejoramiento de suelo con biosólidos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales de la UNAM. Mexico.
- Robayo Cabrera, A. E. (2015). Optimización de transformadores de distribución basada en la minimización de pérdidas por capacidad ociosa y conexiones inadecuadas. Quito.
- Rosa, D. P. (2008). Reciclado y tratamiento de residuos. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Salas, J. (2017). Caracterización edáfica de los suelos en la parte media de la microcuenca pendencia. Peru.
- Saldias, H. (2008). Evaluacion comparativa de centrales de generacion de energias renovables mediante la aplicacion de la nueva ley de energias renovables recientemente aprobada en Chile. Chile: Pontificia Universidad Catolica de Chile.
- Sierra, F. (2011). Pequeñas y microcentrales hidroeléctricas: alternativa real de generación eléctrica. Bogota, Colombia.
- SL, M. A. (s.f.). Drenaje de Lixiviados. Madrid.
- Spectroquant. (2008). Merok K6aA.
- Torres, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Medellin- Colombia: Revista Ingenierías Universidad de Medellín.
- Velasco Trejo, J. A. (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Instituto Nacional de Ecología.
- Zarza, M. A. (2003). Metodo alternativo para tratar lodos de plantas de agua residual en Mexico. Mexico: Instituto Politecnico Nacional Escuela Superior de Ingenieria y Arquitectura Unidad Zacatenco.

Anexos

Anexo 1 Certificación y vigencia de la autorización al proceso N° I-73-761. Oficio Nro. SENAGUA-SDHMR 17-2017-0349-O



Oficio Nro. SENAGUA-SDHMR.17-2017-0349-O

Ibarra, 14 de agosto de 2017

Asunto: CERTIFICACION Y VIGENCIA DE LA AUTORIZACION PROCESO N° I-73-761

Señor Ingeniero
Oswaldo Ramiro Pessa Andrade
Presidente Ejecutivo
EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE
En su Despacho

De mi consideración

En respuesta al Oficio No EMELNORTE-PE-2017-1185-OF, por el cual se solicita un certificado emitido por SENAGUA sobre la vigencia de la Autorización de uso y aprovechamiento del agua del proceso N° I-73-761, correspondiente a la central Hidroeléctrica Ambi, y en mi calidad de Subsecretaria de la Demarcación Hidrográfica de Mira, de la Secretaría del Agua - SENAGUA, compléase en CERTIFICAR

1 - Que la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A EMELNORTE, mediante Proceso Administrativo signado con Nro I-73-761 (N), con fecha 05 de marzo de 2008, obtuvo los derechos de uso y aprovechamiento de las aguas del Rio Ambi, en un caudal permanente de 5.800 00 Litros por segundo para generación de electricidad

2 - Que la renovación de este derecho se lo hace por el tiempo de 10 años, de acuerdo a lo que determina la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua en el art 8º numeral 2 literal c, y el art 100

Certificación que se remite en pago conforme a lo que determina la Ley en materia y basada en la documentación en custodia de la Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica de Mira

Con valedor de la distinguida consideración

Atentamente

Documento firmado electrónicamente

Mgs. Nivaldo Alejandro Barrios Delgado
SUBSECRETARIA DE LA DEMARCACION HIDROGRAFICA DEL MIRA

Referencia:
- SENAGUA-SDHMR.17-2017-0349-O

Dpto.
Señor Abogado
Miguel Antonio Zúñiga Ballester
Abogado Jurídico J

Señores
Casa S. Serrano Dávalos y Cía
Secretaría de Procedimientos Ejecutivos
EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE

Casa Serrano Dávalos y Cía
Telfax: (011) 2118 398, Callao-Perú - 100 107
Dirección: Calle
CALLE SERRANO DAVALOS Y CIA

Documento generado por Odessa

1/2

Anexo 2 Análisis aguas antes y después del reservorio por el laboratorio certificado HAVOC.



INFORME DE RESULTADOS CONFIDENCIAL

IR-CT1700475-1

NOMBRE DEL CLIENTE / DIRECCIÓN: SANMAYOROVINOS S.A. S.R.L.
Carretera y Vialidad, Valles Calientes 10

LOGAR DE MUESTREO / RESPONSABLE MUESTREO: BARRAQUIN
Inj. Fernando Gait

RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA: Inj. Fernando Gait

LABORATORIO DONDE FUE REALIZADO POR: Análisis Agua:
Eduardo Viqueza, Mónica Torres,
Andrés Maza

FECHA DE ANÁLISIS / FECHA DE EMISIÓN: Del 1 al 13 de Marzo del 2021
15 de Marzo del 2021

REPRESENTANTE / TELÉFONO: Ing. Fco. Javier Gait
033261522

FECHA DEL MUESTREO / PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: 11 de Febrero del 2021
APHA 2020

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Marzo del 2021

ANÁLISIS DE AGUAS NATURALES

INFORMACIÓN CÓDIGOS CLIENTE		CENTRAL HIDROELÉCTRICA ANDES	CENTRAL HIDROELÉCTRICA ANDES	MÉTODOS
CÓDIGOS HAVOC		ALTO JUBA	ALTO JUBA	
ENSAYOS	UNIDADES			
Acidez	mg/l	0.30	0.10	APHA 4500-H ⁺ B APHA 4500-H ⁺ C
Amoníaco	mg/l	0.14	0.25	APHA 4500-NH ₃ C APHA 4500-NH ₃ D
Cloruros Totales	mg/l (Cl ⁻)	0.1	0.0	APHA 4500-Cl B
DBO ₅	mg/l	0	0.2	APHA 5210 B
Dureza	mg/l	0.47	0.53	APHA 4500-Ca E APHA 4500-Mg E
Hierro	mg/l	0.07	0.07	MEAG-12-44 APHA 10000-Fe B
Manganés	mg/l	0.09	0.09	MEAG-12-44 APHA 20000-Mn B
Nitrito	mg/l	0.04	0.28	MEAG-12-29 APHA 4500-NO ₂ -N B
Nitrato	mg/l	0.20	0.10	MEAG-12 APHA 4500-NO ₃ -N B APHA 4500-NO ₃ -N C
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.5	10.4	MEAG-15 APHA 4500-O ₂ B
Potasio Total	mg/l (K ⁺)	0.11	0.45	APHA 4500-K B
Sulfatos	mg/l	4.2	4.0	APHA 4500-SO ₄ B
Turbidez	mg/l	2.002	0.001	APHA 4500-TU
Zinc	mg/l	0.2	0.2	APHA 4500-Zn B

INCERTIDUMBRES DE MÉTODOS

ENSAYOS	NIVELES	INC. PROPAGADA
Acidez	0.10 mg/l	5.6 %
Amoníaco	0.05 mg/l	12.1 %
Cloruros Totales	0.05 mg/l	4.1 %
DBO ₅	0 mg/l	11.0 %
Dureza	0.5 mg/l	1.0 %
Hierro	0.05 mg/l	1.2 %
Manganés	0.05 mg/l	1.0 %
Nitrito	0.05 mg/l	1.4 %
Nitrato	0.05 mg/l	4.4 %
Oxígeno Disuelto	0.8 mg/l	0.8 %

Anexo 3 Análisis de lodos del reservorio de la central hidroeléctrica el Ambi por el laboratorio certificado HAVOC.



**INFORME DE RESULTADOS
CONFIDENCIAL**



IR-CT1701301

NOMBRE DEL CLIENTE:	EMPRESA ELECTRICA REGIONAL NORTE S.A	REPRESENTANTE:	Gustavo Yamada V
DIRECCIÓN:	Cajamarca 8-54 y Simón Bolívar	TELÉFONO:	051 2997-1102
LUGAR DE MUESTREO:	CENTRAL HIDROELÉCTRICA EL AMBI	FECHA DEL MUESTREO:	27 de Julio del 2017
RESPONSABLE MUESTREO:	Sra. Paol Ybañez	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:	ALEATORIO
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	Ing. Gustavo Yamada	FECHA DE RECEPCIÓN:	27 de Julio del 2017
RECEPCIONADO POR:	Mirya Tarán		
ANALIZADO POR:	Estelmer Verduzco, Mirya Tarán		
FECHA DE ANÁLISIS:	Andrés Viter		
FECHA DE EMISIÓN:	Del 27 de Julio al 3 de Agosto del 2017		
	3 de Agosto del 2017		

ANÁLISIS DE SUELO

INFORMACIÓN CODIGO CLIENTE		001/2017 C.H. EL AMBI	MÉTODOS
CODIGO HAVOC		817979205	
ENSAYOS	UNIDADES		
Asfalto	mg/kg	<0.1	METS-13 EPA 3050.8/17861 A
Bario	mg/kg	45	METS-01/07 EPA 3050.8/17861
Cadmio	mg/kg	<1	METS-01/07 EPA 3050.8/17130
*Cadmio	mg/kg	<0.7	EPA 9010/9014
Cobre	mg/kg	43	METS-01/07 EPA 3050.8/17210
Conductividad	µS/cm	3200.0	METS-14 EPA 3050.8
*Fluoruro	mg/kg	1.2	APHA 4500 F- D
*Hidrocarburos	%	1.83	ESPECTROFOTOMÉTRICO
Mercurio	mg/kg	<0.1	METS-04 EPA 3050.8/17414
Níquel	mg/kg	9	METS-01/07 EPA 3050.8/17310
pH	Und. pH	6.95	METS-15 EPA 2045 D
Plomo	mg/kg	<17	METS-01/07 EPA 3050.8/17430
*Sulfuro	mg/kg	0.24	EPA 9030/9034



**INFORME DE RESULTADOS
CONFIDENCIAL**



IR-CT1701301

NOTAS IMPORTANTES:

- El laboratorio HAVOC no realizó el muestreo.
- Las muestras fueron recogidas en el laboratorio.
- Los perfiles de análisis fueron solicitados por el cliente.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los análisis realizados.
- Los resultados de los análisis corresponden únicamente a las muestras detalladas y codificadas en el presente informe.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Atentamente,



Anexo 4 Listado de asistentes a la socialización.



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR:

CARRERA:

FECHA:

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCIÓN A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Monly Espinosa	1102526082	PUCE SI	
Edwin Del Pozo	1001756566	PUCE	
Santiago Matla	1022658399	PUCE SI	
José Luis Flores	100395815-2	DJ Consulting Group	
Maria Soledad Tola	100402872-4	PUCE SI	
Javier Yarró	100362865-6	PUCE SI	
Gustavo Arango Ruiz	100363395-3	PUCE-SI	
Antonio Yepez Calderon	100420032-3	PUCE-SI	
Geomara Almeida	100368067-3	PUCE SI	
Hector Daniel Fuentes	100197669-3	PUCE SI	
Diego Rojas	1001797296-1	PUCE SI	
Gustavo Yavelga	100260459-1	EMELNORTE	

Anexo 5 Modelo de encuesta a la población aledaña de la central hidroeléctrica el Ambi



ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES

ENCUESTA A LA POBLACIÓN ALEDAÑA A LA HIDROELÉCTRICA EL AMBI

Fecha	
Nombre del encuestado	

+	¿Estaría usted de acuerdo que por parte de la empresa eléctrica regional norte se le entregue lodos proveniente del reservorio de aguas de la hidroeléctrica el Ambi para colocar en sus cultivos para colocar en sus cultivos?
	Con la entrega gratuita de los lodos ¿en qué cree usted que se podría beneficiar?
	¿Cuántas volquetas podría requerir para la cantidad de hectáreas que posee en cultivos?

Anexo 6 Modelo encuesta para el proceso de socialización de investigación.



PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación, por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA			
EXPOSITOR			
LUGAR	DENTRO PUCESI		FUERA PUCESI

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					
EDUCACIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?					
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?					
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					
EMITIR UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					

MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRIAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD	
INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO	

Anexo 7 Reservorio completamente vaciado.



Figura 24 *Reservorio vaciado*

Fuente: El autor.

Anexo 8 Limpieza del reservorio (acarreado de lodos)



Figura 25 *Limpieza del reservorio (lodo)*

Fuente: El autor.

Anexo 9 Socialización en la sala de conferencias de la PUCE-SI.



Figura 27 *Exposición del proyecto.*

Fuente: El autor.



Figura 26 Reservorio lleno de lodos

Fuente: El autor.



Figura 28 *Socialización.*

Fuente: el autor.

Anexo 10 Encuesta agricultores aledaños a la central hidroeléctrica el Ambi.



Figura 29 *Encuesta al Sr. Marco Bolívar, agricultor de la zona.*

Fuente: El autor.



Figura 30 Encuesta al Sr. Richard Erazo, agricultor de la zona.

Fuente: El autor.



Figura 31 Encuesta al Sr. José Álvarez, agricultor de la zona.

Fuente: El autor.

Anexo 11 Análisis de la muestra de lodo en el laboratorio de la Puce-si.



Figura 32 *Muestra de lodos.*

Fuente: El autor.



Figura 33 *Filtrado de agua.*

Fuente: El autor.



Figura 34 Secado de lodos en cápsulas.

Fuente: El autor.

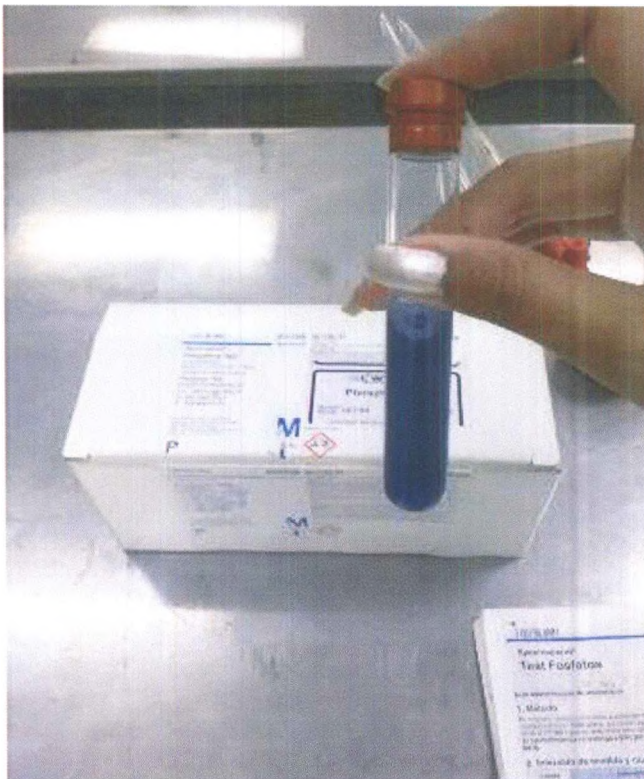


Figura 35 Análisis de Fosfato.

Fuente: El autor.

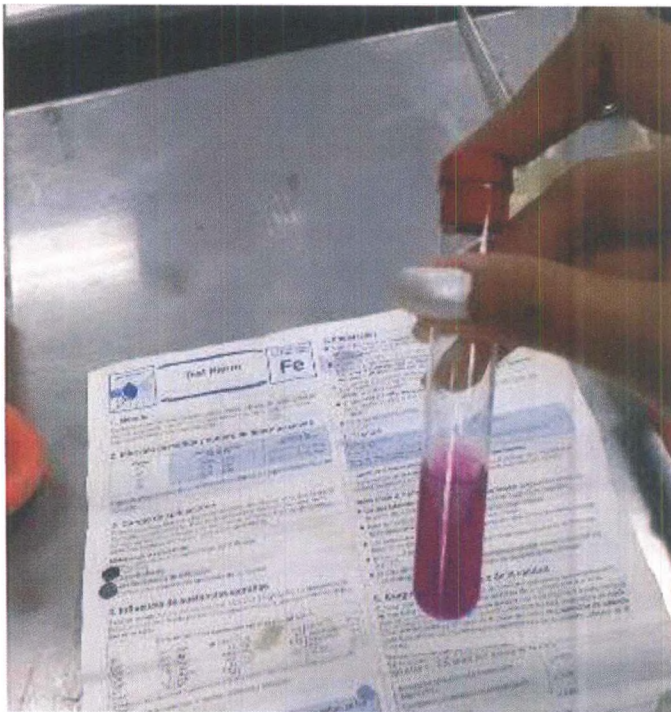


Figura 36 *Análisis de Hierro.*

Fuente: El autor.

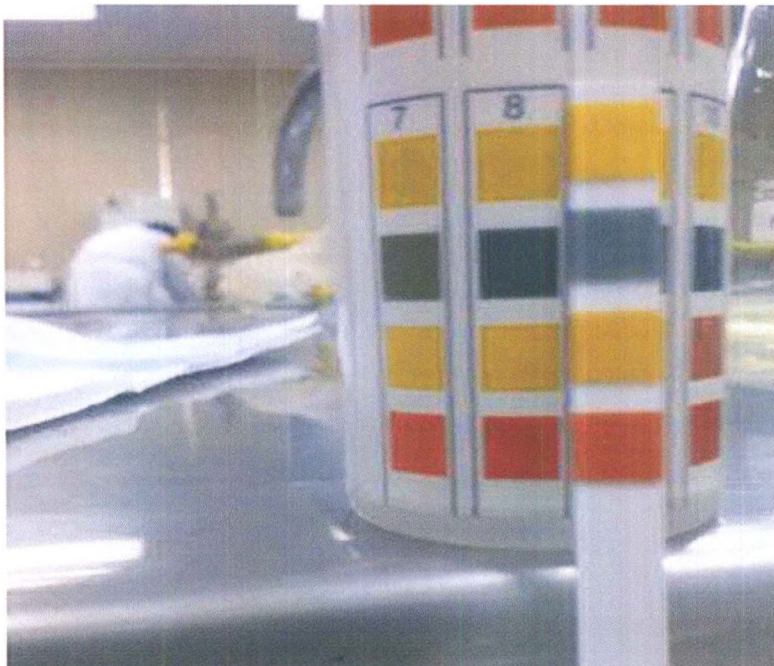


Figura 37 *Análisis de pH.*

Fuente: El autor.



Figura 38 *Calculando el peso de la cápsula con muestra de lodo*

Fuente: El autor.

Anexo 12. Manual de procedimientos.

Manual de Procedimientos:

Para mantener una estructura en las actividades de gestión de lodos, además con la finalidad de determinar los tiempos de ejecución, costos estimados y responsables de aplicación, se presenta a continuación el siguiente manual de procedimientos:

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LODOS
PROVENIENTES DEL RESERVORIO DE LA ESTACIÓN HIDROELÉCTRICA
“EL AMBI”.**

Poleth Vásquez

01/02/2018

Un manual de procedimientos es un instrumento administrativo que apoya el quehacer cotidiano de las diferentes áreas de una empresa.

INTRODUCCIÓN

Los Manuales Administrativos son medios valiosos para la comunicación, y sirven para registrar y transmitir la información, respecto a la organización y al funcionamiento de la dependencia; es decir, entenderemos por manual, el documento que contiene, en forma ordenada y sistemática, la información y/o las instrucciones sobre historia, organización, política y/o procedimientos de una institución, obra o proceso, que se consideren necesarios para la mejor ejecución del trabajo.

Por otra parte, entenderemos por procedimiento la sucesión cronológica o secuencial de actividades enlazadas, que precisan de manera sistemática la forma de realizar una función o un aspecto de ella.

El “Manual de Procedimientos” es, por tanto, un instrumento de apoyo administrativo, que agrupa procedimientos precisos con un objetivo común, que describe en su secuencia lógica de una actividad (diseño sistema integral para los lodos del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi) que se compone cada uno de los procedimientos que lo integran, señalando generalmente quién, cómo, dónde, cuándo y para qué han de realizarse.

ALCANCE

En los manuales de procedimientos son establecidos, metódicamente tanto las acciones como las operaciones que deben seguirse para llevar a cabo las funciones generales de la empresa.

Con el presente manual puede hacerse un seguimiento adecuado y secuencial de las actividades programadas para la efectividad del sistema de gestión integral de lodos provenientes del reservorio de la estación hidroeléctrica “EL AMBI”, en orden lógico y en un tiempo definido.

Mediante el presente documento se busca además de las actividades y las tareas del personal, la determinación del tiempo de realización, el uso de recursos materiales, tecnológico y financiero, la aplicación de métodos de trabajo y de control para lograr un eficiente y eficaz desarrollo en las diferentes operaciones de una empresa.

OBJETIVO DEL MANUAL

Establecer el proceso de Funcionamiento del sistema de gestión integral de lodos provenientes del reservorio de la estación hidroeléctrica “EL AMBI”., a fin de organizar, coordinar y didactizar la aplicación y seguimiento.

LISTADO DE PROCESOS

En la siguiente tabla se presentan los procesos que llevarán a la correcta ejecución del sistema de gestión integral de lodos provenientes del reservorio de la estación hidroeléctrica “EL AMBI”.

ÍTEM	NOMBRE DEL PROCESO	CÓDIGO DEL PROCESO
1	Vaciado del reservorio	RESERV.AMBI-001
2	Ingreso de maquinaria caminera	RESERV.AMBI-002
3	Retirado de lodos	RESERV.AMBI-003
4	Apilamiento y colocación de lodos en área de secado	RESERV.AMBI-004
5	Conformación de bermas	RESERV.AMBI-005
6	Salida de lodos y entrega a comunidad.	RESERV.AMBI-006
7	Siembra de especies vegetales.	RESERV.AMBI-007
8	Monitoreo y seguimiento.	RESERV.AMBI-008

DIAGRAMA DE PROCESOS

A continuación se presenta un diagrama con los procesos del sistema de gestión integral de lodos provenientes del reservorio de la estación hidroeléctrica “EL AMBI”.

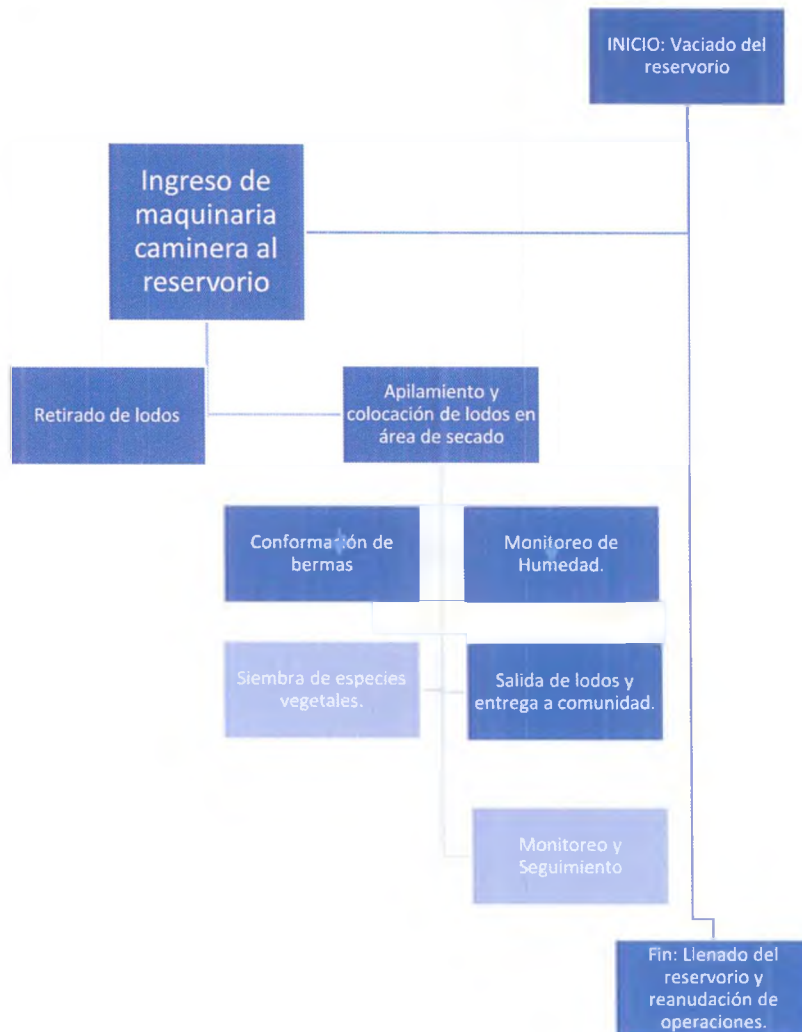


Figura 39 Diagrama de procesos para el manual de procedimientos.

Fuente: El autor


DESARROLLO DE LOS PROCESOS



	Nombre del Proceso		Código: RESERV.A MBI-001
	<i>VACIADO DEL RESERVORIO</i>		Área: Reservorio
			Fecha: 07/02/2018
			Elaborado por: Cristina Poletth Vásquez Flores
Alcance: Desde la notificación de cese de operaciones hasta el vaciado completo.			
Unidad Administrativa: Generación Hidroeléctrica		Jefe de Área: Director del Reservorio.	
Director de generación hidroeléctrica		Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	
Descripción breve del proceso	Se deberá notificar el cese de operaciones. El primer paso o inicio de actividades para el sistema de gestión de lodos es el vaciado del reservorio, actividad que se la realizará 1 vez al año, y la misma que permitirá el acceso de la maquinaria a los lodos para su posterior gestión. Para el efecto se deberán abrir las compuertas manualmente, por donde saldrá el agua hacia la rápida de excesos y posteriormente al caudal del río		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Notificación de cese de operaciones.	Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	Se deberá prever el cese de operaciones, actividad que será indispensable para el vaciado, el responsable deberá emitir un comunicado al jefe de generación y al operador de la planta para coordinar el cese.	Comunicación de cese de operaciones Anexo MO1(manual operativo 1) ver tabla 27


Apertura de compuertas del dique.	Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	Las compuertas se abren manualmente por medio del accionar de una llave de paso colocada en el sitio de las compuertas.	Registro de Cierre de Compuertas. Anexo MO2 (manual operativo 2) ver tabla 28
Control de descarga.	Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	El encargado del cierre de compuertas deberá verificar que no haya novedades al momento de la descarga.	Registro de Cierre de Compuertas. Anexo MO2 (manual operativo 2) ver tabla 28
Vaciado completo.	Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	Considerar que el reservorio está completamente vacío cuando se pueda visibilizar toda la superficie de los lodos.	Registro Fotográfico
Tiempo estimado para el proceso:			2 Días
	Nombre del Proceso		Código: RESERV.A MBI-002
	INGRESO DE MAQUINARIA CAMINERA		Área: Reservorio
			Fecha: 07/02/2018
			Elaborado por: Cristina Poleth Vásquez Flores.
Alcance: Desde la notificación de ingreso hasta el cargado y transporte de lodos.			
Unidad Administrativa: Generación Hidroeléctrica			Jefe de Área: Director del Reservorio.
Director de generación eléctrica			Encargado del área del reservorio de la


			hidroeléctrica el Ambiente
Descripción breve del proceso	Cuando el reservorio se encuentre sin agua, y se pueda ver toda la superficie de lodos, la maquinaria que en este caso consta de una retroexcavadora y una pala frontal, ingresarán al reservorio con la finalidad de realizar los trabajos de extracción de lodos, los mismos que serán posteriormente transportados mediante volquetes al área destinada para el secado de los mismos.		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Notificación de Ingreso de Maquinaria.	Jefe de maquinaria caminera.	Los operadores de las máquinas deberán considerar la extracción de lodos desde el oeste hacia el este, por lo tanto deberán ingresar por el lugar más propicio.	Comunicación de Ingreso de Maquinaria. Anexo MO3 (manual operativo 3) ver tabla 29
Remoción de lodos.	Operador 1 (Retroexcavadora)	Mediante el uso de la excavadora, los lodos deberán ser removidos con la finalidad de que se facilite el trabajo de la cargadora.	Registro Fotográfico.
Cargado de lodos.	Operador 2 (Pala frontal)	Cuando los lodos se encuentren removidos, la pala frontal deberá cargar con dirección oeste-este, los lodos hacia el volquete.	Registro Fotográfico.
Transporte de lodos.	Operador 3 (Volquete)	La pala frontal colocará los lodos en la tina del volquete con la finalidad de que sea transportado hacia el área de secado. La volqueta entra por la puerta	Registro Fotográfico.

		principal de entrada al reservorio, las palas entran al reservorio por rampas existentes en el mismo que se encuentran en el lado oeste y noreste del reservorio.	
		Tiempo estimado para el proceso:	3 Días
		EPP para el proceso:	
Botas, Protección Auditiva, Protección Visual, Protección Respiratoria, Faja, Protección de Manos, Ropa de Trabajo, Casco.			
	Nombre del Proceso		Código: RESERV.AMBI-003
	EXTRACCIÓN DE LODOS		Área: Reservorio
			Fecha: 07/02/2018
			Elaborado por: Cristina Poleth Vásquez Flores
Alcance: Desde la notificación de retiro de lodos hasta la finalización del retiro.			
Unidad Administrativa: Generación Hidroeléctrica		Jefe de Área: Director del Reservorio.	
Director de generación eléctrica		Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	
Descripción breve del proceso	La retirada de los lodos del reservorio deberá ser ejecutada de manera que se conformen franjas en el eje latitudinal (oeste-este), empezando desde el lado norte del reservorio, para de esta manera evitar que los lodos caigan por las compuertas hacia la rápida de excesos. Sin embargo los operadores responsables del proceso serán quienes determinen la viabilidad del método en el sitio.		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Notificación de la extracción de lodos.	Jefe de maquinaria caminera.	A la par de la notificación de ingreso de maquinaria, el mismo documento deberá contener la hora y fecha de inicio del retiro de lodos.	Comunicación de Ingreso de Maquinaria Anexo MO3 (manual operativo 3) ver tabla 29

Determinación de la metodología de extracción de lodos.	Jefe de maquinaria caminera y técnico ambiental.	Se deberá considerar en primer lugar la seguridad del personal, la seguridad de las instalaciones y el menor riesgo en los trabajos extractivos.	Registro Fotográfico
Registro de tiempos, cantidades, y efectividad del proceso.	Técnico Ambiental	Se deberá llevar una bitácora de registro, la misma que deberá contener los datos de extracción de lodos más importantes.	Bitácora de Extracción. Anexo MO4 (manual operativo 4) ver tabla 30
Tiempo estimado para el proceso:			3 Días
	Nombre del Proceso	Código: RESERV.AMBI-004	
	Apilamiento y colocación de lodos en área de secado	Área: Secado y Almacenamiento temporal de lodos.	
		Fecha: 07/02/2018	
		Elaborado por: Cristina Poleth Vásquez Flores	
Alcance: Desde el descargo del volquete hasta la conformación manual.			
Unidad Administrativa: Generación Hidroeléctrica		Jefe de Área: Director del Reservorio.	
Director de generación eléctrica		Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	
Descripción breve del proceso	Es importante una buena colocación de los lodos en el área de secado, debido a que de esta manera se garantiza una optimización del espacio y una reducción de riesgos. El apilamiento será realizado por el volquete, la misma que por medio del accionar de la tina mecánica, colocará los lodos en los límites del cuadrante de secado, posteriormente será conformado manualmente.		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Entrega de lodos en los límites del cuadrante de secado.	Operador 3 (Volquete)	El área de secado contará con el espacio para maniobras del volquete, el mismo que se acercará en reversa hasta el límite del cuadrante, en donde descargará los lodos de la tina.	Registro Fotográfico.


Conformación manual de lodos.	Trabajadores	Los lodos descargados por el volquete, deberán ser conformados mediante retroexcavadora, con la finalidad de evitar el apilamiento excesivo, los lodos no deberán superar el límite superior del área de secado.	Registro Fotográfico.
Tiempo estimado para el proceso:		3 Días	
EPP. Para el proceso:			
Botas de caucho, Protección Visual, Protección Respiratoria, Faja, Protección de Manos, Ropa de Trabajo, Casco			
	Nombre del Proceso	Código: RESERV.AMBI-005	
	CONFORMACIÓN DE BERMAS	Área: Flancos del reservorio.	
		Fecha: 07/02/2018	
		Elaborado por: Cristina Poeth Vásquez Flores	
Alcance: Desde la medición de humedad de lodos hasta la conformación de bermas.			
Unidad Administrativa: Generación Hidroeléctrica		Jefe de Área: Director del Reservorio.	
Director de generación eléctrica		Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	
Descripción breve del proceso	El volumen de lodos que utilizará cada berma es de 1000 m ³ aproximadamente, 2300m ³ serán entregados a la comunidad (ver tabla 15 número de volquetas, metros cúbicos y contactos de agricultores a entregar la tierra)		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Medición de humedad óptima.	Ing. Ambiental.	Mediante el uso de un tensiómetro, el técnico encargado, deberá registrar diariamente los porcentajes de humedad de los lodos considerando cuadrantes en el área de secado, con la finalidad de obtener un valor representativo.	Registro de Mediciones de humedad. Anexo MO5. Ver tabla 31

Notificación de humedad óptima.	Ing. Ambiental.	Cuando los valores porcentuales de humedad en promedio den 25%, el técnico encargado deberá notificar a los trabajadores para que inicien los trabajos de conformación de bermas.	Notificación de humedad óptima. Anexo MO6. Ver tabla 32
Transporte de lodos hacia el área de bermas.	Trabadores	Las cargadoras deberán colocar el lodo en el área destinada a las bermas colocando una capa de 20 cm hasta formar 1,5 m de altura, 150 m de largo y 5 m de ancho.	Registro de Cierre de Compuertas. Anexo 2
Conformación de bermas.	Trabadores	Las bermas deberán ser conformadas con dirección oeste- este en el caso de la primera etapa. Considerar las medidas de terraplén y talud establecidos en el sistema de Gestión Integral de Lodos.	Registro Fotográfico.
Tiempo estimado para el proceso:			5 Días
	Nombre del Proceso		Código: RESERV.AMBI-006
	SALIDA DE LODOS Y ENTREGA A COMUNIDAD.		Área: Reservoirio
			Fecha: 07/02/2018
			Elaborado por: Cristina Poleth Vásquez Flores
Alcance: Desde el registro de beneficiarios hasta la entrega a la comunidad.			
Unidad Administrativa: Dto. Ambiental		Jefe de Área: Reservoirio	
Ing. Ambiental de EMELNORTE SA		Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	
Descripción breve del proceso	El restante de lodos previamente secados, al momento de llegar al porcentaje de humedad óptima establecida para la actividad 2320 m ³ aproximadamente será entregado mediante un volquete a la comunidad, previo al registro de los beneficiarios de las tierras. (Ver tabla 15)		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Registro de Beneficiarios	Ing. Ambiental	Se deberá registrar a los interesados en los lodos que son destinados para suelos agrícolas, los mismos que deberán llenar un formulario de registro de entrega-recepción. (Ver tabla 15)	Formulario de Entrega-Recepción. Anexo MO7 (manual operativo 7) ver tabla 33
Cargado de lodos.	Operario 2 y 3	Los lodos serán cargados por medio de la retroexcavadora hacia el volquete, con la finalidad de que sea transportado hacia las propiedades de los beneficiarios.	Registro Fotográfico.
Salida de Lodos.	Ing. Ambiental	Se deberá llevar un control de salida de volquetes hacia las propiedades de los	Formulario de Entrega-Recepción.

		beneficiarios, con la finalidad de llevar un registro de entregas.	Anexo MO7 (manual operativo 7) ver tabla 33
Entrega de Lodos a comunidad.	Operario 3.	El volquete ingresará a las propiedades respectivas y descargará las tierras para su uso agrícola.	Registro Fotográfico.
Tiempo estimado para el proceso:			5 Días
	Nombre del Proceso	Código: RESERV.AMBI-007	
	SIEMBRA DE ESPECIES VEGETALES.	Área: Bermas	
		Fecha: 07/02/2018	
		Elaborado por: Cristina Poleth Vásquez Flores	
Alcance: Desde la adquisición de las plántulas hasta el establecimiento del sistema de plantado.			
Unidad Administrativa: Dto. Ambiental		Jefe de Área: Director del Reservorio.	
Ing. Ambiental de EMELNORTE SA.		Encargado del área del reservorio de la hidroeléctrica el Ambi	
Descripción breve del proceso	Se pretende seleccionar viveros de la zona con la finalidad de abaratar costos de transporte y además generar una activación en la economía local, las demás actividades se encuentran detalladas en el sistema de Gestión Integral de Lodos del Reservorio de El Ambi, sin embargo se pretende establecer los pasos básicos a seguir para garantizar el éxito del proceso.		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Selección de especies y viveros.	Ing. Ambiental	Seguir directrices del sistema de Gestión Integral de lodos del reservorio del Ambi.	Acta de selección de especies. Anexo MO8 (manual operativo 8) ver tabla 34
Adquisición de plántulas	Dto. Adquisiciones.	Acogerse al sistema de adquisiciones, en este caso a la Ley de contratación pública y al sistema SOCE., de compras públicas.	Contrato de adquisición.
Medición de puntos de siembra.	Trabajadores.	Mediante el uso de un flexómetro, el encargado deberá medir las distancias dispuestas en el sistema de Gestión Integral de Lodos del reservorio El Ambi.	Registro Fotográfico.
Perforación de agujeros para plantado.	Trabajadores.	Se lo realizará mediante una herramienta manual "abrehuecos".	Registro Fotográfico.
Conformación de sistema de plantado.	Trabajadores.	Las plántulas se colocarán a una profundidad considerable, de tal forma que la raíz quede totalmente cubierta por tierra, además se deberá apisonar y posteriormente coronar.	Registro Fotográfico.

Tiempo estimado para el proceso: 10 Días

DEL PROCESO DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

	Nombre del Proceso		Código: RESERV.AMBI-008
	MONITOREO Y SEGUIMIENTO.		Área: Reservoirio y área de secado.
			Fecha: 07/02/2018
			Elaborado por: Cristina Poleth Vásquez Flores
Alcance: Desde la notificación de cese de operaciones hasta el vaciado completo.			
Unidad Administrativa: Dto. Ambiental		Jefe de Área: Director del Reservoirio.	
Ing. Ambiental de EMELNORTE SA.		Encargado del área del reservoirio de la hidroeléctrica el Ambi	
Descripción breve del proceso	Se ha determinado importante que se aplique un programa de monitoreo y seguimiento el mismo que se encuentra detallado en el sistema de Gestión Integral de Lodos del reservoirio de El Ambi, sin embargo a continuación se detallan las actividades y pasos a seguir para facilitar el monitoreo de los lodos así como el seguimiento al sistema de plantado y a las demás actividades.		
PASO	RESPONSABLE	ACTIVIDAD	DOCUMENTO
Monitoreo de Lodos (suelo).	Ing. Ambiental	Se tomarán muestras de suelo al momento del vaciado del reservoirio, con la finalidad de conocer las características y la trazabilidad del proyecto.	Informe de Monitoreo del Ing. Ambiental.
Monitoreo de humedad relativa en el área de secado.	Ing. Ambiental	Es importante el constante monitoreo de la humedad en los períodos de secado de lodos, debido a que se debe garantizar que los lodos alcancen el 5% de humedad	Registro de Mediciones de humedad. Anexo MO5. (manual de operaciones 5) ver tabla 31

		para dar paso a las siguientes actividades.	
Seguimiento y contacto con los beneficiarios de los lodos.	Ing. Ambiental	Es importante mantener un contacto y seguimiento a los vecinos para trazabilidad de resultados del uso de lodos en la agricultura.	Gráfico de trazabilidad de la aplicación de lodos en la agricultura.
Seguimiento a las plántulas establecidas en las bermas.	Ing. Ambiental	Es importante que los primeros tres meses desde el plantado, se hagan un seguimiento de las plántulas, reemplazar las que han muerto y coronar las que se encuentran en buen estado.	Registro Fotográfico. Gráfico de trazabilidad de la aplicación de lodos en la agricultura.
Tiempo estimado para el proceso:			3 Meses.

Anexos del manual de procedimientos:

- Comunicación de cese de operaciones. Anexo MO1 (ver tabla 27)
- Registro de Cierre de Compuertas. Anexo MO2 (ver tabla 28)
- Comunicación de Ingreso de Maquinaria. Anexo MO3 (ver tabla 29)
- Bitácora de Extracción. Anexo MO4 (ver tabla 30)
- Registro de Mediciones de humedad. Anexo MO5 (ver tabla 31)
- Notificación de humedad óptima. Anexo MO6 (ver tabla 32)
- Formulario de Entrega- Recepción. Anexo MO7 (ver tabla 33)
- Acta de selección de especies. Anexo MO8 (ver tabla 34)
- Registro Fotográfico.

Tabla 25. Presupuesto para la construcción del área de almacenamiento y bermas en el reservorio de la hidroeléctrica el Ambi.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	OBRAS PRELIMINARES				
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
103	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	5500	1,3	7367,0
295	EXCAVACION Y DESALOJO SIN CLASIFICAR A MAQUINA h=0.80-2.00 m, a=0.60m. Distancia mayor a 1 km y menor a 3.5 km.	m3	5140	2,6	13352,1
202	REPLANTEO y NIVELACION con EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	4284	2,1	8958,2
	PISO CONTRAPISO Y MUROS				
216	RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE MEJORAMIENTO: LASTRE Y PLANCHA COMPACTADORA	m3	428,4	31,0	13299,2
703	CONTRAPISO H.S 180KG/CM2. E = 6 CM. PIEDRA BOLA. EQUIPO: CONCRETERA 1 SACO	m2	299,88	21,8	6543,7
329	MALLA ELECTROSOLDADA 5 mm a 10 cm (MALLA R-196)	m2	4000	6,0	23920,4
337	HORMIGÓN SIMPLE F`c= 210kg/cm2 MUROS	m3	200	277,2	55440,1
305	CADENAS H.S 210 Kg/cm2, 30x30cm	m3	18,09	231,5	4187,5
412	ENCOFRADO / DEENCOFRADO DE MUROS	m2	560	16,1	9012,3
402	ENCOFRADO EN CADENA 25x25(1 USO)	m2	150,8	22,3	3362,5
326	ACERO DE REFUERZO 8 -12 mm. ALAMBRE GALVANIZADO # 18 . EQUIPO: CIZALLA PARA COLUMNAS DE REFUERZO	kg	3200	1,9	6079,7
	SISTEMA DE DRENAJE Y NIVEL FREÁTICO				
1140	TUBERIA PVC 75MM PARA DRENAJE	m	485	5,9	2863,9
1836	CODO LA-EL e=6mm 45° D=90mm	u	6	133,3	799,6
1141	TUBERIA PVC 110MM DESAGÜE (MAT/TRAN/INST)	m	3,5	9,9	34,5
1148	REJILLA EXTERIOR DE PISO 100MM	u	2	9,9	19,9
1145	UNIÓN CODO PARA TUBERIA DE 75MM	m	60	26,1	1564,6
	RECUBRIMIENTOS				
608	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO FINO (Fachada, filos, fajas)	m2	165	6,4	1051,7
605	MASILLADO + IMPERMEABILIZANTE, SIKA 1 , e=3cm, MORTERO 1:3	m2	285	9,8	2804,7
219	TRANSPORTE DE MATERIAL A MAQUINA. EQUIPO: CARGADORA FRONTAL Y VOLQUETA	m3	2788,8	1,7	4686,3
Total USD \$					165347,83

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE. Elaborado por Poleth Vásquez.

Para la entrega de tierra a los agricultores se estableció una tabla en la que consta del nombre del agricultor las volquetas a necesitar por año y los contactos; de esta forma se puede comunicar con los agricultores para establecer días en los que la tierra será entregada.

Tabla 26 *Número de volquetas, metros cúbicos y contactos de agricultores a entregar la tierra.*

Registro de Agricultores							
Nº	Nombre y Apellido	Área de terreno	Volquetas a necesitar	Cada que tiempo	al año	m ³	Contactos
1	Jose Alvarez	1 ha	5 volquetas	cada 3 meses	20 volquetas	160	968152372
2	Marco Bolívar Terán	50 m ²	1 volqueta	cada mes	12 volquetas	96	986785623
3	Richard Erazo	3 ha	10 volquetas	cada 2 meses	60 volquetas	480	976435212
4	Edgar Moreta	3 ha	20 volquetas	cada 2 meses	120 volquetas	960	995326783
5	Maria Chuquin Lita	1/2 ha	4 volquetas	cada mes	48 volquetas	384	997861243
6	Jose Asmasea	3 ha	10 volquetas	cada 6 meses	20 volquetas	160	985698761
7	Marcelo Quilca	1 ha	5 volquetas	cada 6 meses	10 volquetas	80	976445876
TOTAL m ³						2320	99547687

Fuente: El autor.

Tabla 27 Comunicación de cese de operaciones. Anexo MO1

ANEXO MO1	
COMUNICADO DE CESE DE OPERACIONES	
Ibarra, _____ de _____ del año	
Ingeniero.	
Director de Generación Hidroeléctrica.	
EMELNORTE S.A.	
Yo, _____, en mi calidad de Jefe del Reservoirio de la central El Ambi, y en coordinación con el departamento ambiental, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente y a los procesos internos de gestión de los lodos del reservoirio de la central Hidroeléctrica El Ambi, me permito informar que se cesarán las operaciones Hidroeléctricas a partir del día: _____, debido al inicio del vaciado del reservoirio.	
Atentamente:	Firma:

Fuente: El autor.

Tabla 29 *Comunicación de Ingreso de Maquinaria. Anexo MO3*

ANEXO MO3	
COMUNICADO DE INGRESO DE MAQUINARIA	
Ibarra, ___ de ___ del año	
Ingeniero.	
Director de Generación Hidroeléctrica.	
EMELNORTE S.A.	
<p>Yo, _____, en mi calidad de Jefe del Dpto. Ambiental, y en coordinación con la dirección del reservorio de la central El Ambi, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente y a los procesos internos de gestión de los lodos del reservorio de la central Hidroeléctrica El Ambi, me permito informar que la maquinaria caminera contratada para el movimiento de lodos, ingresará a trabajar en el área mencionada a partir del día: _____, particular que me place notificar para evitar cualquier molestia y contratiempo.</p>	
Atentamente:	Firma:

Fuente: El autor.

Tabla 32 Notificación de humedad óptima. Anexo MO6.

ANEXO MO6	
COMUNICADO DE HUMEDAD ÓPTIMA	
Ibarra, de del año	
Ingeniero.	
Director de Generación Hidroeléctrica.	
EMELNORTE S.A.	
Yo, Ing. Gustavo Yacelga, en mi calidad de Jefe del Dpto. Ambiental, y en coordinación con la dirección del reservorio de la central El Ambi, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente y a los procesos internos de gestión de los lodos del reservorio de la central Hidroeléctrica El Ambi, me permito informar que de acuerdo a las mediciones de humedad realizadas en los lodos del reservorio, se ha determinado un porcentaje del 25% de humedad relativa promedio, particular que me place notificar para dar paso a las siguientes actividades planificadas.	
Atentamente:	Firma:

Fuente: El autor.

Tabla 33 Formulario de Entrega- Recepción. Anexo MO7

ANEXO MO7							
REGISTRO DE ENTREGA RECEPCIÓN DE LODOS CON LA COMUNIDAD.							
ÍTEM	BENEFICIARIO	CÉDULA DE CIUDADANÍA	TELÉFONO	CANTIDAD ENTREGADA	LUGAR DE LA ENTREGA	FECHA Y HORA	FIRMAS DE RESPONSABILIDAD
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Observaciones:							

Fuente: El autor

Tabla 34 Acta de selección de especies. Anexo MO8

ANEXO MO8	
ACTA DE SELECCIÓN DE ESPECIES VEGETALES	
Ibarra, de _____ del año	
Listado de especies vegetales seleccionadas para la siembra:	
1	
2	
3	
Yo, _____, en mi calidad de Jefe del Dto. Ambiental, y en coordinación con el departamento de adquisiciones, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente y a los procesos internos de gestión de los lodos del reservorio de la central Hidroeléctrica El Ambi, me permito informar que se han seleccionado las especies antes mencionadas debido a sus características y adaptabilidad a la zona, con la finalidad de que sean colocadas en las bermas del reservorio de El Ambi.	
Atentamente:	Firma:

Fuente: *El Autor*

Anexo 13 Precios Unitarios

Tabla 35 Costos unitarios limpieza manual del terreno

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 1 de 19

Rubro:
Detalle: LIMPIEZA MANUAL DEL
TERRENO

Unidad: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,02086
Herramienta menor (5% MO)					0,05216
Subtotal M					0,07302
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,32	1,0432
Subtotal N					1,0432
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,11622
INDIRECTOS 5 %					0,05581
UTILIDAD 15 %					0,16743
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,33946
VALOR OFERTADO					1,34

Son: UN dólar con TREINTA Y CUATRO centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 36 Precio unitario excavación y desalojo sin clasificar a máquina h=0.80-2.00 m, a=0.60m. distancia mayor a 1 km y menor a 3.5 km

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 2 de 19

Rubro:

Unidad: m3

Detalle: EXCAVACION Y DESALOJO SIN CLASIFICAR A MAQUINA h=0.80-2.00 m, a=0.60m. Distancia mayor a 1 km y menor a 3.5 km.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00719
Herramienta menor (5% MO)					0,01798
Retroexcavadora	1	20	20	0,018	0,356
Volqueta 12 m3	2	20	40	0,018	0,712
Excavadora capacidad 1.20 m3	1	40	40	0,018	0,712
Subtotal M					1,80517
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
OPERADOR Excavadora	1	3,66	3,66	0,018	0,06515
OPERADOR Retroexcavadora	1	3,66	3,66	0,018	0,06515
Ayudante de maquinaria	1	3,3	3,3	0,018	0,05874
Chofer de volqueta	2	4,79	9,58	0,018	0,17052
Subtotal N					0,35956
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O				0	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P				0	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2,16473
	INDIRECTOS 5 %				0,10824
	UTILIDAD 15 %				0,32471
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,59768
	VALOR OFERTADO				2,6

Son: DOS dólares con SESENTA centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 37 Precio unitario replanteo y nivelación con equipo topográfico

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 3 de 19

Rubro:

Unidad: m2

Detalle: REPLANTEO y NIVELACION con EQUIPO TOPOGRAFICO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,01949
Herramienta menor (5% MO)					0,04872
Teodolito	1	3	3	0,14	0,41999
Equipo de topografía	1	2	2	0,14	0,27999
Subtotal M					0,76819
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Cadenero	1	3,3	3,3	0,14	0,46199
TOPOGRAFO 2: título exper mayor a 5 años (Estr. Oc. C1)	1	3,66	3,66	0,14	0,51239
Subtotal N					0,97438
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O				0	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P				0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,74257
INDIRECTOS 5 %					0,08713
UTILIDAD 15 %					0,26139
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,09108
VALOR OFERTADO					2,09

Son: DOS dólares con NUEVE centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 38 Precio unitario relleno compactado con mat. de mejoramiento: lastre y plancha compactadora

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 4 de 19

Rubro:

Unidad: m3

Detalle: RELLENO COMPACTADO CON MAT. DE MEJORAMIENTO: LASTRE Y PLANCHA COMPACTADORA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,11018
Herramienta menor (5% MO)					0,27544
Compactador mecánico	1	3	3	0,8	2,4
Subtotal M					2,78562
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	2	3,26	6,52	0,8	5,216
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	3,66	0,366	0,8	0,2928
Subtotal N					5,5088
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Agua	m3	0,03	0,85	0,0255	
Lastre	m3	1,3	13,5	17,55	
Subtotal O					17,5755
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					25,86992
INDIRECTOS 5 %					1,2935
UTILIDAD 15 %					3,88049
COSTO TOTAL DEL RUBRO					31,0439
VALOR OFERTADO					31,04

Son: TREINTA Y UN dólares con CUATRO centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 39 Precio unitario contrapiso h.s 180kg/cm2. e = 6 cm. piedra bola. equipo: concretera 1 saco

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 5 de 19

Rubro:
Detalle: CONTRAPISO H.S 180KG/CM2. E = 6 CM. PIEDRA BOLA. EQUIPO: CONCRETERA
1 SACO

Unidad: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,17119
Herramienta menor (5% MO)					0,42797
Concretera	0,15	3,75	0,5625	0,838	0,47111
Subtotal M					1,07027
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,838	2,73032
Albañil	1	3,3	3,3	0,838	2,76382
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	0,838	3,06533
Subtotal N					8,55947
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	20,1	0,15	3,015	
Piedra	m3	0,15	15	2,25	
Arena	m3	0,039	18	0,702	
Ripio	m3	0,147	13,45	1,97715	
Policetileno 2mm	m2	1,05	0,57	0,5985	
Agua	m3	0,014	0,85	0,0119	
Subtotal O					8,55455
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18,18429
INDIRECTOS 5 %					0,90921
UTILIDAD 15 %					2,72764
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,82115
VALOR OFERTADO					21,82

Son: veintiún dólares con ochenta y dos centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 40 Precio unitario malla electro soldada 5 mm a 10 cm (malla r-196)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 6 de 19

Rubro:
Detalle: MALLA ELECTROSOLDADA 5 mm a 10 cm (MALLA R-196)

Unidad: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,0105
Herramienta menor (5% MO)					0,02624
Subtotal M					0,03674
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de fierro	1	3,26	3,26	0,08	0,2608
Fierro	1	3,3	3,3	0,08	0,264
Subtotal N					0,5248
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Alambre galvanizado No.18	Kg	0,05	2,49	0,1245	
Malla Armex R-196 (6.25x2.40) 5.0mm 10 x 10	pln	0,067	64,14	4,29738	
Subtotal O					4,42188
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,98342
INDIRECTOS 5 %					0,24917
UTILIDAD 15 %					0,74751
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,9801
VALOR OFERTADO					5,98

Son: CINCO dólares con NOVENTA Y OCHO centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 41 Precio unitario hormigón simple $f_c = 210\text{kg/cm}^2$

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 7 de 19

Rubro:

Unidad: m3

Detalle: HORMIGÓN SIMPLE $f_c = 210\text{kg/cm}^2$

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					2,08499
Herramienta menor (5% MO)					5,21248
Concretera	1	3,75	3,75	1,98	7,42574
Vibrador	1	2,5	2,5	1,98	4,9505
Subtotal M					19,67371
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	13	3,26	42,38	1,98	83,92079
Albañil	2	3,3	6,6	1,98	13,06931
Carpintero	1	3,3	3,3	1,98	6,53465
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	3,66	0,366	1,98	0,72475
Subtotal N					104,2495
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Arena gruesa	m3	0,7	15	10,5	
Grava	m3	0,95	15	14,25	
Cemento	kg	365	0,15	54,75	
Aditivo plastocrete 161 HE	kg	1,1	2,2	2,42	
Encofrado	Global	1	25	25	
Agua	m3	0,185	0,85	0,15725	
Subtotal O					107,07725
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					231,00046
INDIRECTOS 5 %					11,55002
UTILIDAD 15 %					34,65007
COSTO TOTAL DEL RUBRO					277,20055
VALOR OFERTADO					277,2

Son: DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE dólares con VEINTE centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 42 Precio unitario cadenas h.s 210 kg/cm², 30x30cm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Rubro:

Unidad: m3

Detalle: CADENAS H.S 210 Kg/cm², 30x30cm

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					1,79008
Herramienta menor (5% MO)					4,4752
Concretera	1	3,75	3,75	1,6	6
Vibrador	1	2,5	2,5	1,6	4
Subtotal M					16,26528
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	9	3,26	29,34	1,6	46,944
Ayudante de carpintero	4	3,26	13,04	1,6	20,864
Albañil	1	3,3	3,3	1,6	5,28
Carpintero	2	3,3	6,6	1,6	10,56
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	1,6	5,856
Subtotal N					89,504
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos	Kg	0,25	4,65	1,1625	
Arena gruesa	m3	0,65	15	9,75	
Cemento	kg	360,5	0,15	54,075	
Sika I.	Kg	0,3	1,29	0,387	
Tabla de encofrado 5x300 mm	u	6,46	0,72	4,6512	
Liston encofrado 4x4 3 usos	u	2,64	1,5	3,96	
Puntal eucalipto estacas 0.30	u	1,87	1,15	2,1505	
Diesel	gl	0,75	0,5	0,375	
Ripio	m3	0,95	13,45	12,7775	
Agua	m3	0,22	0,85	0,187	
Subtotal O					89,4757
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					195,24498
INDIRECTOS 5 %					9,76225
UTILIDAD 15 %					29,28675
COSTO TOTAL DEL RUBRO					234,29398
VALOR OFERTADO					234,29

Son: DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO dólares con VEINTINUEVE centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 43 Precio unitario encofrado / desencofrado

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 9 de 19

Rubro:

Unidad: m2

Detalle: ENCOFRADO / DESENCOFRADO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,08747
Herramienta menor (5% MO)					0,21867
Elevador	1	5	5	0,667	3,33333
Subtotal M					3,63947
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,667	2,17333
Albañil	1	3,3	3,3	0,667	2,2
Subtotal N					4,37333
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos	Kg	0,25	4,65	1,1625	
Liston encofrado 4x4 3 usos	u	0,5	1,5	0,75	
Tabla de encofrado	u	1,2	3	3,6	
Subtotal O					5,5125
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13,5253
INDIRECTOS 5 %					0,67627
UTILIDAD 15 %					2,0288
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,23036
VALOR OFERTADO					16,23

Son: DIECISÉIS dólares con VEINTITRÉS centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 44 Precio unitario encofrado con duela- cadena 25x25

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 10 de 19

Rubro:
Detalle: ENCOFRADO CON DUELA-
CADENA25x25(1 USO)

Unidad: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,01749
Herramienta menor (5% MO)					0,04373
Subtotal M					0,06122
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de carpintero	1	3,26	3,26	0,133	0,43467
Carpintero	1	3,3	3,3	0,133	0,44
Subtotal N					0,87467
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos	Kg	0,5	4,65	2,325	
Media duela	u	1,67	2,02	3,3734	
Cuartón 5cmx5cmx2.40m	u	1,39	1,9	2,641	
Aceite quemado	gl	0,01	0,5	0,005	
Duela 10cm x 2.40m	u	3,33	2,8	9,324	
Subtotal O					17,6684
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18,60429
INDIRECTOS 5 %					0,93021
UTILIDAD 15 %					2,79064
COSTO TOTAL DEL RUBRO					22,32515
VALOR OFERTADO					22,33

Son: VEINTIDÓS dólares con TREINTA Y TRES centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 45 Precio unitario acero de refuerzo 8 -12 mm. alambre galvanizado # 18 . equipo: cizalla

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 11 de 19

Rubro:
Detalle: ACERO DE REFUERZO 8 -12 mm. ALAMBRE GALVANIZADO # 18 .
EQUIPO: CIZALLA

Unidad: kg

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00296
Herramienta menor (5% MO)					0,0074
Cizalla	1	1	1	0,03	0,03
Subtotal M					0,04036
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de fierro	0,5	3,26	1,63	0,03	0,0489
Fierro	1	3,3	3,3	0,03	0,099
Subtotal N					0,1479
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Acero de refuerzo	kg	1,05	1,21	1,2705	
Alambre galvanizado No.18	Kg	0,05	2,49	0,1245	
Subtotal O					1,395
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,58326
INDIRECTOS 5 %					0,07916
UTILIDAD 15 %					0,23749
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,89991
VALOR OFERTADO					1,9

Son: UN dólar con NOVENTA centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 46 Precio unitario tubería PVC 75mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 12 de 19

Rubro:

Unidad: m

Detalle: TUBERIA PVC 75MM

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,02044
Herramienta menor (5% MO)					0,0511
Subtotal M					0,07154
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de plomero	1	3,26	3,26	0,1	0,326
Plomero	1	3,3	3,3	0,1	0,33
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	0,1	0,366
Subtotal N					1,022
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Polilimpia.	gl	0,01	25,29	0,2529	
Tubo PVC 75mm	m	1	3,14	3,14	
Polipega.	gl	0,01	43,43	0,4343	
Subtotal O					3,8272
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4,92074
INDIRECTOS 5 %					0,24604
UTILIDAD 15 %					0,73811
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,90489
VALOR OFERTADO					5,91

Son: CINCO dólares con NOVENTA Y UN centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 47 Precio unitario codo la-el e=6mm 45° d=90mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 13 de 19

Rubro:

Unidad: u

Detalle: CODO LA-EL e=6mm 45° D=90mm

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,1312
Herramienta menor (5% MO)					0,328
Subtotal M					0,4592
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de plomero	1	3,26	3,26	1	3,26
Plomero	1	3,3	3,3	1	3,3
Subtotal N					6,56
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CODO LA - EL e=6mm 45° D= 90mm	u	1	104,03	104,03	
Subtotal O					104,03
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					111,0492
INDIRECTOS 5 %					5,55246
UTILIDAD 15 %					16,65738
COSTO TOTAL DEL RUBRO					133,25904
VALOR OFERTADO					133,26

Son: CIENTO TREINTA Y TRES dólares con VEINTISÉIS centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 48 Precio unitario tubería PVC 110mm desagüe (mat/tran/inst)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 14 de 19

Rubro:
Detalle: TUBERIA PVC 110MM DESAGUE
(MAT/TRAN/INST)

Unidad: m

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,02624
Herramienta menor (5% MO)					0,0656
Subtotal M					0,09184
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de plomero	1	3,26	3,26	0,2	0,652
Plomero	1	3,3	3,3	0,2	0,66
Subtotal N					1,312
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Polilimpia.	gl	0,001	25,29	0,02529	
Tubo PVC 110mm x 3m	u	0,33	20,43	6,7419	
Polipega.	gl	0,001	43,43	0,04343	
Subtotal O					6,81062
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8,21446
INDIRECTOS 5 %					0,41072
UTILIDAD 15 %					1,23217
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,85735
VALOR OFERTADO					9,86

Son: NUEVE dólares con OCHENTA Y SEIS centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 49 Precio unitario rejilla exterior de piso 100mm

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 15 de 19

Rubro:
Detalle: REJILLA EXTERIOR DE PISO
100MM

Unidad: u

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,0656
Herramienta menor (5% MO)					0,164
Subtotal M					0,2296
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,5	1,63
Albañil	1	3,3	3,3	0,5	1,65
Subtotal					3,28
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Rejilla de patio 100 mm	u	1	4,42	4,42	
Arena	m3	0,02	18	0,36	
Cemento.	saco	0,01	7,25	0,0725	
Subtotal O				4,8525	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P				0	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8,3621
INDIRECTOS 5 %					0,41811
UTILIDAD 15 %					1,25432
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,03452
VALOR OFERTADO					10,04

Son: DIEZ dólares con CUATRO centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 50 Precio unitario salidas de aguas lluvias PVC 75mm. unión codo

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 16 de 19

Rubro:

Unidad: m

Detalle: SALIDAS DE AGUAS LLUVIAS PVC 75MM. UNION CODO

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,21632
Herramienta menor (5% MO)					0,5408
Subtotal M					0,75712
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,8	2,608
Albañil	1	3,3	3,3	0,8	2,64
Plomero	1	3,3	3,3	0,8	2,64
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3,66	3,66	0,8	2,928
Subtotal N					10,816
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Polilimpia.	gl	0,003	25,29	0,07587	
Tubo PVC 75mm x 3m	u	0,88	9,41	8,2808	
Unión PVC 75mm	u	1	0,63	0,63	
Codo PVC 75mm x 90° – Desague	u	1	1,04	1,04	
Polipega.	gl	0,003	43,43	0,13029	
Subtotal O					10,15696
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21,73008
INDIRECTOS 5 %					1,0865
UTILIDAD 15 %					3,25951
COSTO TOTAL DEL RUBRO					26,0761
VALOR OFERTADO					26,08

Son: VEINTISÉIS dólares con OCHO centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 51 Precio unitario enlucido vertical paleteado fino (fachada, filos, fajas)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 17 de 19

Rubro:

Unidad: m2

Detalle: ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO FINO (Fachada, filos, fajas)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,07066
Herramienta menor (5% MO)					0,17665
Andamios	0,5	0,5	0,25	0,667	0,16678
Subtotal M					0,41409
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	0,5	3,26	1,63	0,667	1,08739
Albañil	1	3,3	3,3	0,667	2,20147
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	3,66	0,366	0,667	0,24416
Subtotal N					3,53302
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	7	0,15	1,05	
Arena	m3	0,017	18	0,306	
Agua	m3	0,01	0,85	0,0085	
Subtotal O					1,3645
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,31161
INDIRECTOS 5 %					0,26558
UTILIDAD 15 %					0,79674
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6,37393
VALOR OFERTADO					6,37

Son: SEIS dólares con TREINTA Y SIETE centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 52 Precio unitario masillado en losa + impermeabilizante, sika 1 , e=3cm, mortero 1:3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 18 de 19

Rubro:
Detalle: MASILLADO EN LOSA + IMPERMEABILIZANTE, SIKA 1 , e=3cm,
MORTERO 1:3

Unidad: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,09181
Herramienta menor (5% MO)					0,22953
Subtotal M					0,32134
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,7	2,28132
Albañil	1	3,3	3,3	0,7	2,30931
Subtotal N					4,59063
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Cemento	kg	15,45	0,15	2,3175	
Sika 1.	Kg	0,3	1,29	0,387	
Arena	m3	0,032	18	0,576	
Agua	m3	0,01	0,85	0,0085	
Subtotal O					3,289
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8,20097
INDIRECTOS 5 %					0,41005
UTILIDAD 15 %					1,23015
COSTO TOTAL DEL RUBRO					9,84116
VALOR OFERTADO					9,84

Son: NUEVE dólares con OCHENTA Y CUATRO centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.

Tabla 53 Precio unitario desalojo a máquina. Equipo: cargadora frontal y volqueta

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Hoja 19 de 19

Rubro:

Unidad: m3

Detalle: DESALOJO A MAQUINA. EQUIPO: CARGADORA FRONTAL Y VOLQUETA

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Seguridad Industrial (2% MO)					0,00268
Herramienta menor (5% MO)					0,00669
Volqueta 8m3	1	20	20	0,023	0,45714
Cargadora frontal	1	35	35	0,023	0,8
Subtotal M					1,26651
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Ayudante de operador de equipo	0,5	3,26	1,63	0,023	0,03726
OPERADOR Excavadora	0,5	3,66	1,83	0,023	0,04183
Chofer camiones pesados (Estruct. Oc. C1)	0,5	4,79	2,395	0,023	0,05474
Subtotal N					0,13383
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O					0
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,40034
INDIRECTOS 5 %					0,07002
UTILIDAD 15 %					0,21005
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,68041
VALOR OFERTADO					1,68

Son: UN dólar con SESENTA Y OCHO centavos

Fuente: Precios unitarios de EMELNORTE.