

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“ESTUDIO Y DISEÑO PARA EMBALSAR AGUAS LLUVIAS Y
DOTACIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNA DE
AYANGUE”**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

**JEFERSON DARIO MATA PILCO
BRYAN STEEVEN CALDERÓN RODAS**

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año – 2019

DEDICATORIA

A mis padres, Janet Rodas y Víctor Calderón que me ha permitido conseguir este logro, lleno de sacrificio, desvelos, pero con mucha pasión y alegría.

A mis hermanos, Víctor Alfonso Calderón y Andrés Calderón, por apoyarme y ayudarme.

Por último, a mi estimado Gran Amigo de carrera y pronto Colega Jeferson Mata.

Bryan Steeven Calderón

A mis padres, Nancy y Hector, por su paciencia constante, su esfuerzo diario y su amor infinito,

A mis hermanos, Jenifer, Hector y José.

A mis amigos siempre apoyarme en los momentos difíciles.

Por último, a mi estimado Gran Amigo de carrera y pronto Colega Bryan Calderón.

Jeferson Dario Mata

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Janet Rodas y Víctor Calderón por brindarme el sustento y el aliento en momentos difíciles, sabiendo guiarme y no flaquear en las etapas de la vida universitaria.

Al PhD. Miguel Ángel Chávez, que nos ha sabido en caminar para la culminación de nuestro proyecto integrador.

A la institución, por enriquecer de valiosos conocimientos, de grandes anécdotas nuestras vidas y poder encontrar grandes amigos.

Bryan Steeven Calderón

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida,

A mi padre, Hector Mata, por enseñarme el valor del trabajo, la dedicación y el esfuerzo diario.

A mi madre, Nancy Pilco, por guiarme siempre en el camino correcto, por siempre apoyarme y exigirme dar lo mejor de mí.

Al PhD. Miguel Ángel Chávez, por su apoyo técnico brindado para la elaboración del proyecto.

A la institución, por enriquecer de valiosos conocimientos y de grandes anécdotas nuestras vidas.

Jeferson Dario Mata

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Bryan Calderón Rodas y Jeferson Mata Pilco y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Jeferson Dario Mata Pilco

Bryan Steeven Calderón Rodas

EVALUADORES

Ing. Carlos Rodríguez. PdD
PROFESOR DE LA MATERIA

Dr.Ing. Miguel Ángel Chávez. PhD
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La Comuna de Ayangue es conocida principalmente por su Balneario, ya que es su principal atractivo para los turistas nacionales e internacionales, pero lo que realmente no se conoce son las necesidades que realmente carecen, la deficiencia en el suministro para el abastecimiento de agua potable en la comunidad, además debido a las lluvias en temporadas invernales, sufren inundaciones por causa de las aguas que descienden de las partes altas.

En las grandes pozas que se forman, también se descargan aguas residuales, por lo que se tiene un medio insalubre, donde también se crían mosquitos

El presente proyecto se formula a partir de estudios topográficos, hidrológicos, geológicos y geotécnicos, además se conocieron las necesidades y requerimiento que tienen los moradores de la Comuna de Ayangue y en particular debido al déficit de agua potable que afecta constantemente a la población

Los resultados obtenidos son el diseño de una presa tipo colinar muy estable que incluye adicionalmente un aliviadero para dotar de un considerable factor de seguridad frente a eventos lluviosos extraordinarios ya que la presa será construida en un pequeño valle que está a 2 Km aguas arriba de la población.

Palabras Claves:

Presa Colinar, Ayangue, Caudal, Balneario, factor de seguridad

ABSTRACT

The Ayangue commune is mostly known for its resort, due to this is the main interest for the tourists, but what is indeed unknown are the necessities of the population such as the deficiency of the drinking water supply, further because of the rainfall during the Winter season there are floods caused by the descent of water from the highlands.

Inside the large wells that have been formed through time, wastewater is deposited producing unhealthy conditions, where mosquitoes can live as well.

This project is developed from topographic, hydrological, geological and geotechnical studies, plus, the needs of the people of the Ayangue commune were inquired and particularly the shortage of drinking water supply that is constantly affecting the population.

The obtained result is a stable colinar type dam, additionally a spillway is included to provide a considerable safety factor against extraordinary rainfall events since the dam will be built on a valley that is 2 km away upstream from the commune.

Keywords:

Colinar Dam, Ayangue, Resort, Safety Factor.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	IX
SIMBOLOGÍA.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XV
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVII
INDICE DE MAPAS.....	XVIII
INDICE DE APENDICES	XIX
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación del problema	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Información relacionada al área de estudio	3
1.4.1 Generalidades	3
1.4.2 Ubicación geográfica	3
1.4.3 Demarcación política	4
1.4.4 Organización Comunitaria	5
1.4.5 Población.....	7
1.4.6 Actividad Productiva	7
1.4.7 Abastecimiento de agua potable.....	8

1.4.8	Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas negras	9
1.4.9	Educación	10
1.4.10	Salud	11
1.4.11	Geología	11
1.4.12	Relieve.....	13
1.4.13	Topografía	13
1.4.14	Hidrografía.....	14
1.4.15	Clima	15
1.4.16	Geomorfología	18
1.4.17	Flora	19
1.4.18	Fauna	19
1.4.19	Poliducto.....	20
1.4.20	Fundamentación teórica	21
1.4.20.1	Presa	21
1.4.20.2	Requerimiento de un buen sitio de presa.....	21
1.4.20.3	Clasificación de presas según su función	22
1.4.20.4	Clasificación de presas según sus características hidráulicas	23
1.4.20.5	Clasificación de presas según los materiales empleados en su construcción	23
1.4.20.6	Clasificación por su forma geométrica	25
1.4.20.7	Clasificación de las presas según su altura y falla	25
1.4.20.8	Embalses.....	26
1.4.20.9	Niveles y volúmenes de los embalses	27
1.4.20.10	Presa Colinar.....	27
CAPÍTULO 2	28
2.	METODOLOGÍA.....	28

2.1	Formulación, descripción y selección de alternativa optima	28
2.1.1	Criterios para elegir la alternativa conveniente	28
2.1.1.1	Características técnicas	28
2.1.1.2	Características económicas	28
2.1.1.3	Características sociales.....	29
2.1.1.4	Características ambientales	29
2.1.1.5	Características legales	30
2.1.1.6	Parámetros cuantificadores	30
2.1.2	Descripción de las alternativas	31
2.1.2.1	Alternativa A.....	31
2.1.2.2	Alternativa B.....	32
2.1.2.3	Alternativa C.....	33
2.1.3	Selección de alternativa Optima	34
2.2	Información Técnica Necesaria	35
2.2.1	DATOS TOPOGRÁFICOS.....	35
2.2.2	DATOS GEOMORFOLOGÍA	36
2.2.3	DATOS GEOLOGÍA.....	39
2.2.3.1	DATOS SISMICIDAD	39
2.2.4	DATO HIDROLÓGICO	40
2.2.5	DATOS NIVEL DE EMBALE	42
2.2.6	DATOS GEOTECNIA	42
2.3	Consideraciones para el diseño	45
2.3.1	Elección del tipo de presa.....	45
2.3.2	Elección según el método de construcción	45
2.3.3	Criterios para el diseño	45
2.3.4	Zanjas de impermeabilización.....	46

2.3.5	Talud de los espaldones	47
2.3.6	Borde libre	47
2.3.7	Impermeabilización del núcleo	47
2.3.8	Corona de presa	48
2.3.9	Análisis de estabilidad de espaldones	48
2.3.9.1	Espaldones	48
2.3.9.2	Equilibrio Límites y factor de seguridad	49
2.3.9.3	Factor De Seguridad	49
2.3.9.4	Software SLIDE.....	51
2.3.10	Criterios para el diseño de aliviadero	52
2.4	Obras adicionales.....	53
2.4.1	Criterios de diseño del tanque de almacenamiento de Agua Potable....	53
2.4.2	Reubicación de lagunas de Oxidación	53
CAPÍTULO 3.....		54
3.	Resultados Y ANÁLISIS	54
3.1	Información técnicas procesadas	54
3.1.1	TOPOGRAFÍA	54
3.1.2	GEOMORFOLOGÍA.....	55
3.1.3	GEOLOGÍA.....	59
3.1.3.1	SISMICIDAD	61
3.1.4	HIDROLOGÍA	62
3.1.5	NIVEL DE EMBALSE.....	67
3.1.6	GEOTECNIA.....	71
3.2	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.....	82
3.2.1	Determinación de la altura de presa	83
3.2.2	Determinación del tipo de Presa	85

3.2.3	Soluciones para el control de filtración.....	85
3.2.4	Método Constructivo	85
3.2.5	Detalles de Diseño.....	85
3.2.6	VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD	88
3.2.6.1	Métodos de dovelas para análisis de estabilidad de espaldones sin agua.	88
3.2.6.2	Método de dovelas para análisis de estabilidad de espaldones con nivel máximo de embalse.....	89
3.2.6.3	Método de dovelas para análisis de estabilidad de espaldón con nivel máximo de agua y sismo.	91
3.2.7	ALIVIADERO	92
3.3	OBRAS ADICIONALES.....	95
3.3.1	Reubicación de Lagunas de Oxidación.....	95
3.3.1.1	Primera alternativa	96
3.3.1.2	Segunda alternativa	97
3.3.2	Diseño de Tanque de Hormigón Armado	99
3.4	Presupuesto	100
CAPITULO 4.....		103
4.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	103
4.1	Antecedentes	103
4.2	Justificación.....	104
4.3	Zonas intangibles y territorios que pertenecen al sistema nacional de áreas protegidas.	105
4.4	Lagunas de oxidación	109
4.5	Análisis de Impacto Ambiental	109
CAPÍTULO 5.....		118
5.	Conclusiones Y Recomendaciones	118

5.1	Conclusiones.....	118
5.2	Recomendaciones.....	119
	BIBLIOGRAFÍA	120
	APÉNDICES	124

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de ingeniería en Ciencias de la Tierra
INAMHI	Instituto nacional de meteorología e hidrología
UTM	Universal Transversal de Mercator
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador
GPS	Global Positioning System
NEC	norma Ecuatoriana de la Construcción
ASTM	American Society for Testing and Materials
SUCS	Sistema Unificado De Clasificación De Suelos
TULSMA	Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente

SIMBOLOGÍA

Q	Caudal
W	Humedad del suelo
LI	Limite Liquido del suelo
LP	Limite plástico del suelo
IP	Índice de Plasticidad
FS	Factor de Seguridad
cm	Centímetro
Km	Kilómetro
Km ²	Kilómetros cuadrados
Kg/cm ²	Kilogramos sobre centímetro cuadrado
Kg/cm ³	Kilogramos sobre centímetro cúbico
Pa	Pascales
KPa	Kilo-pascales
Ha	Hectáreas
m ³	metros Cúbicos
ETP	Evapotranspiración Potencial
ETR	Evapotranspiración Real
°C	Grados Celsius
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
mm/h	milímetros por hora
SW	Tipo de suelo Arena bien graduada
SC	Tipo de suelo Arena Arcillosa
g	Gravedad
ρ	Densidad del material
γ	Peso específico
Φ	Angulo de fricción de las arenas
%	Porcentajes
"	Pulgadas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de Demarcación Política del área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	6
Figura 1.2 Actividad económica, sembríos. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	8
Figura 1.3 Reservorio de agua potable. Fuente. (Pamela Ortiz, Eduardo Cruz, Jenny Sáenz, 2007).....	9
Figura 1.4 Tapa de Hormigón AASS. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	10
Figura 1.5 Laguna de Oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	10
Figura 1.6 Sub centro de Salud de Ayangue. Fuente: (Jara D, Moreira S, Sánchez R, 2012).....	11
Figura 1.7 Formaciones Geológicas presentes en la zona. Fuente: (Rodrigues M, Salazar R, 2017).	12
Figura 1.8 Relieve comuna de ayangue. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	13
Figura 1.9 Mapa Topográfico Comuna de Ayangue. Fuente: (Topografic-Map, 2019) .	14
Figura 1.10 Lago formado en la temporada de invierno. Fuente: (Rodrigues M, Salazar R, 2017).	15
Figura 1.11 Clima Comuna de Ayangue. Fuente: (INAHÍ, 2019).	16
Figura 1.12 Temperatura media Anual 2010. Fuente: (INAHÍ, 2019).....	17
Figura 1.13 Precipitación media Anual 2010. Fuente: (INAHÍ, 2019).....	18
Figura 1.14 Formaciones Geomorfológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	19
Figura 1.15 Señalización Tubería de petróleo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	20
Figura 1.16 Tubería de petróleo. Fuente: (IGM, 2019)	20
Figura 1.17 Presa Poza Honda, Ecuador. Fuente: (Sandoval Erazo, 2019)	24
Figura 2.1 Ubicación Alternativa A. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	32
Figura 2.2 Ubicación Alternativa B. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	33
Figura 2.3 Ubicación Alternativa Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	34
Figura 2.4 Sección típica de una presa de tierra. Fuente: (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).	46
Figura 2.5: Programa SLIDE, ventana principal. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	51
Figura 2.6: Métodos que contiene SLIDE para analizar el equilibrio de taludes. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	52

Figura 3.1 Levantamiento Topográfico con GPS diferencial y GPS de mano. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	55
Figura 3.2 Formaciones Geomorfológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	56
Figura 3.3 Cuenca del Área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	58
Figura 3.4 Formaciones Geológicas en el Área de Estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	60
Figura 3.5 Zona y factor sísmicos. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)	61
Figura 3.6 Variación de Temperatura Comuna de Ayangue. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	63
Figura 3.7 Precipitaciones mensuales. Estación Colonche. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	64
Figura 3.8 Precipitación Máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	64
Figura 3.9 Intensidad de lluvia a partir de precipitaciones máximas diarias, según su duración y frecuencia. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	65
Figura 3.10 Curvas IDF de la estación Meteorológica de Colonche. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	65
Figura 3.11 Coeficiente de escorrentía. Fuente: (Chow, 1994).....	66
Figura 3.12 Curva Volumen de embalse vs Cota de terreno. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	68
Figura 3.13 Intensidad (mm) vs Tiempo (min) para un periodo de retorno de 100 años. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	69
Figura 3.14 Caudal (m ³ /seg) vs Tiempo (min) para un periodo de retorno de 100 años. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	69
Figura 3.15 Volumen (m ³) vs Tiempo (min) para un periodo de retorno de de100 años. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	70
Figura 3.16 Volumen del embalse (m ³ /día). Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	70
Figura 3.17 Curva de Velocidad de Infiltración. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	72
Figura 3.18 Cuerva de Tiempo vs Infiltración. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	73
Figura 3.19 Calicatas 4. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	74
Figura 3.20 Calicatas Realizadas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	74
Figura 3.21 Ensayo de Granulometría. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	75

Figura 3.22 Resultados del ensayo de Granulometría, calicata 4.	76
Figura 3.23 Ensayos de límites de Atterberg, Calicata 4. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	77
Figura 3.24 Ensayos de Límites de Atterberg. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	77
Figura 3.25 Resultado Ensayo Proctor. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	78
Figura 3.26 Ensayo de Triaxial No consolidado no Drenado. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	79
Figura 3.27 Circulo de Mohr Coulomb. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	80
Figura 3.28 Inicio Ensayo de Permeabilidad en el Laboratorio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	81
Figura 3.29 Ubicación del eje de presa en campo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019) ..	82
Figura 3.30 Eje de presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	83
Figura 3.31 Emplazamiento Presa y Embalse. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	84
Figura 3.32 Perfil Típico de la Presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	87
Figura 3.33 Método Bishop Simplificado. Factor de seguridad 5.9. Espaldón sin agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	88
Figura 3.34 Método Jambu Simplificado. Factor de seguridad de 6.05. Espaldón sin Agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	88
Figura 3.35 Método Spencer. Factor de Seguridad 5.94. Espaldón sin Agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	89
Figura 3.36 Método Bishop Simplificado. Factor de seguridad 8.56 para espaldón con nivel máximo de agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	89
Figura 3.37 Método Jambu Simplificado. Análisis de espaldones con nivel máximo de agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	90
Figura 3.38 Método Spencer. Factor de seguridad 8.78. Espaldón con nivel máximo de agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	90
Figura 3.39 Método Bishop Simplificado. Factor de seguridad 1.75. espaldones con nivel máximo de agua y sismo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	91
Figura 3.40 Método Jambu Simplificado. Factor de seguridad 1.62. Espaldones con nivel máximo de agua y sismo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	91
Figura 3.41 Método Spencer. Factor de seguridad de 1.75. Espaldones con nivel máximo de gua y sismo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	92

Figura 3.42 Perfil Longitudinal del Aliviadero y Presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	93
Figura 3.43 Perfil aliviadero. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	93
Figura 3.44 Dimensiones Aliviadero. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	94
Figura 3.45 Ubicación y Actual de las lagunas de oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	95
Figura 3.46 Imagen Satelital de la ubicación de las lagunas de oxidación. Fuente: (Google Earth, 2019)	95
Figura 3.47 Ubicación Lagunas de oxidación. primera alternativa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	96
Figura 3.48 Sección Laguna de Oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	97
Figura 3.49 Vista en planta. Segunda alternativa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	98
Figura 3.50 Sección Laguna de Oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	98
Figura 3.51 Dimensiones de Tanque de Almacenamiento de Agua Potable. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	99
Figura 4.1 Categorización Ambiental de la actividad (CCAN). Fuente. (Sistema Unico de Informacion Ambiental - SUIA, 2015)	103
Figura 4.2 Evaluación de Impacto Ambiental Mapa de Intersección. Vista Macro. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	107
Figura 4.3 Evaluación de Impacto Ambiental Mapa de Intersección. Vista Micro. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	108
Figura 4.4 Matriz de Valoración de Impactos 1. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	110
Figura 4.5 Matriz de Valoración de Impactos 2. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	111
Figura 4.6 Matriz de Valoración de Impactos 3. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	112
Figura 4.7 matriz de Valoración de Impactos 4. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	113
Figura 4.8 Matriz de Encadenamiento. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Ubicación Geográfica. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	4
Tabla 1.2 Demarcación política del área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019) .	5
Tabla 1.3 Censo Poblacional Realizado en el Ecuador. [Fuente: INEC. 2014]	7
Tabla 1.4 Población Comuna de Ayangue. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)).....	7
Tabla 1.5 Formaciones Geológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	12
Tabla 1.6 Estaciones Meteorológicas Parroquia Manglaralto. Fuente: (INAH, 2019)...	17
Tabla 1.7 Clasificación de las presas según la Norma SP 58.13330.2012. Fuente: (Ministerio de Desarrollo local de la Federación Rusa, 2013)	25
Tabla 1.8 Categoría según riesgo potencial de una presa. Fuente: (Sandoval Erazo, 2019).....	26
Tabla 1.9 Clasificación de los embalses según su tamaño. Fuente: (Zhelezniakov, 1984)	26
Tabla 2.1 Puntuación y Parámetro para seleccionar el emplazamiento de la presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	31
Tabla 2.2 Tabla de Resultados Alternativa Optima. Fuente: (Calderón & Mata, 2019) .	35
Tabla 2.3 Ancho de Corona. Fuente: (Gobierno de la Ciudad de Mexico, 2008)	48
Tabla 2.4 Métodos Utilizados para análisis de equilibrio Estático. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).	49
Tabla 2.5 Factores de Seguridad Brindadas por la NEC – 2015. Fuente: (NEC-SE-GC, 2015).....	51
Tabla 3.1 Características Geomorfológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	55
Tabla 3.2 Parámetros de la Cuenca de Drenaje. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	57
Tabla 3.3 Formaciones Geológicas en el área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	59
Tabla 3.4 Factor de Seguridad por corte mínimo. Fuente: (NEC-SE-GC, 2015).....	61
Tabla 3.5 Calculo del Volumen máximo de operación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	67
Tabla 3.6 Días necesario para llegar a un nivel de embalse. Fuente: (Calderón & Mata, 2019) (Calderón & Mata, 2019)	71
Tabla 3.7 Tabla de resultados del ensayo de Infiltración. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	71

Tabla 3.8 Presupuesto del Proyecto. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	101
Tabla 3.9 Cronograma Valorada. Construcción del Proyecto.	102
Tabla 4.1. Ubicación del Proyecto. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	103
Tabla 4.2 Plan de Manejo Ambiental: Prevención y Mitigación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).....	115
Tabla 4.3 Plan de Manejo Ambiental: desechos. Fuente: (Calderón & Mata, 2019). ..	116
Tabla 4.4 Plan de Manejo Ambiental. Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)	117

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Emplazamiento de áreas del proyecto
- PLANO 2 Emplazamiento de Presa Colinar, Perfil y Secciones.
- PLANO 3 Vista en planta, secciones y perfil. Aliviadero y Lagunas de Oxidación
- PLANO 4 Vista en planta y secciones Tanque de Almacenamiento de Agua Potable

INDICE DE MAPAS

- MAPA 1 Mapa de demarcación Política.
- MAPA 2 Mapa de Formaciones Geomorfológicas
- MAPA 3 Mapa de Formaciones Geológicas.
- MAPA 4 Mapa de Intercepción SUIA.

INDICE DE APENDICES

APENDICE A	Puntuación de alternativas no seleccionadas
APENDICE B	Parámetros Geomorfológicos de la cuenca del área de estudio.
APENDICE C	Volumen de embalse Mediante el programa de computadora Civil3D
APENDICE D	Resultados de ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos y Rocas.
APENDICE E	Volumen de material de la presa. Cálculo realizado mediante el programa de computadora Civil3D.
APENDICE F	Análisis de Estabilidad de Espaldones de la Presa
APENDICE G	Volumen de material del Aliviadero. Cálculo realizado mediante el programa de computadora Civil3D.
APENDICE H	Cálculo del Tanque de Almacenamiento de Agua Potable.
APENDICE I	Presupuesto: Análisis de Precios Unitarios y Especificaciones Técnicas.
APENDICE J	Estudio de Impacto Ambiental.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La comuna de Ayangue de la provincia de Santa Elena tiene un balneario de gran importancia para el Ecuador, es a uno de los lugares a visitar en la denominada la ruta del Spondylus, cuenta con gente cálida y amigable, con hermosas playas y con una excelente gastronomía. El turismo proporciona la principal fuente de ingreso para población.

El balneario de Ayangue requiere de una dotación constante de agua potable. Actualmente, la empresa Aguapen – EP mediante sistema de bombeo envía agua potable al reservorio de hormigón ubicado a 1.5 Km de la entrada de Ayangue. Este reservorio abastece a las comunas de San Pedro, Palmar y también Ayangue.

En días festivos y feriados la población aumenta debido a la llegada de turistas provocando que el agua potable sea insuficiente o se suspende, afectando a los pobladores, turistas y a una numerosa población, por lo que el abastecimiento se hace mediante costosos viajes de tanqueros que transportan agua cruda del río Valdivia.

Un gran proyecto de construcción de presa colinar fue propuesto por el Dr. Ing. Miguel Ángel Chávez M., mediante el cual serán posibles construir entre 1500 y 2000 pequeños embalses en la provincia de Manabí y Santa Elena. Lo que se pretende es aprovechar las características topográficas, geológicas, además las condiciones hidrológicas que pueden generar abundantes caudales durante las lluvias, por lo que este invaluable recurso es aprovechable.

1.2 Justificación del problema

Debido a que se están desarrollando modernas urbanizaciones junto a la población de Ayangue, existe un déficit y carencia de agua potable, la comuna de Ayangue requiere disponer de una solución que les permita almacenar aguas lluvias, es decir de su propio recurso natural, de tal manera de

potabilizar y obtener los caudales suficientes para atender las necesidades de la población que está en constante crecimiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

1. Estudio y diseño de Presa Colinar para almacenar aguas lluvias, potabilizar y distribuir en la población de ayangue.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Efectuar un análisis y determinar el área de la cuenca de drenaje.
2. Realizar un levantamiento topográfico del área del proyecto, para determinar el relieve e identificar los empotramientos de la presa, y determinar el reservorio.
3. Determinar los parámetros geotécnicos de los terrenos en los cuales se construirán el vaso, el terraplén de la presa y empotramientos, mediante ensayos de campo y laboratorio.
4. Realizar estudio hidrológico de la cuenca de drenaje para determinar la capacidad de caudales de agua lluvias.
5. Diseñar y verificar la estabilidad de los espaldones mediante el software SLIDE de la presa, que constituye el sistema de retención para formar el embalse la pendiente optima y factor de seguridad apropiado.
6. Diseñar con la norma internacional del ACI un tanque de hormigón armado, para almacenar agua potable y distribuir a la población.
7. Reubicar las lagunas de oxidación, para evitar que las descargas de aguas lluvias de las cuencas se mezclen con las aguas servidas
8. Elaborar el presupuesto referencial a partir de costos unitarios para construir las obras diseñadas.

1.4 Información relacionada al área de estudio

1.4.1 Generalidades

La Comuna de Ayangue se ha desarrollado en torno a la ensenada del mismo nombre. Es un lugar muy conocido porque posee una hermosa playa con oleajes atenuados por los bordes y entrantes de la ensenada.

Para acceder a Ayangue se debe transitar por la ruta del Espondylus al pasar de la entrada de Palmar, se debe transitar 7 Km en dirección Norte hasta llegar a la vía de acceso asfaltada, la población de Ayangue.

1.4.2 Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra comprendida aproximadamente entre los paralelos $1^{\circ}58'21.73''$ y $1^{\circ}58'47.78''$ latitud sur y los meridianos $80^{\circ}45'0.63''$ $80^{\circ}43'42.77''$ longitud Oeste. Así mismo, el área de estudio abarca altitudes desde la elevación 0 m.s.n.m hasta la elevación 25 m.s.n.m, en la tabla 1.1 se presenta las coordenadas de ubicación geográfica del proyecto.

Tabla 1.1 Ubicación Geográfica. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Sistema	Datum	Componente	Valor	
			Mínimo	Máximo
Coordenadas geográficas	Horizontal WHS 1984	Longitud oeste	80°45'0.63"	80°43'42.77"
		Latitud Sur	1°58'21.73"	1°58'47.78"
Coordenadas UTM Zona 17 Sur	Horizontal WGS 1984	Metros este	527783.00	530188.00
		Metros Norte	9781954.00	9781154.00
Altitud	Vertical Nivel medio del mar	m.s.n.m	0	25 m.s.n.m. Entrada a la comuna de ayangue

1.4.3 Demarcación política

La Comuna de Ayangue está ubicada en la provincia de Santa Elena, esta provincia se encuentra en la zona geográfica conocida como la Región Costa del Ecuador, a la vez la provincia está dividida por cantones, libertad, salinas y santa elena; para ser exacto el área de estudio se encuentra en la parroquia rural de Ayangue, dentro del cantón santa elena.

La Comuna se encuentra delimitada: al Norte por la Comuna San Pedro, al Sur por la Comuna Palmar, al Este por la Parroquia Colonche y la Cordillera de Colonche y al Oeste con el Océano Pacífico

A continuación, se ve puede ver la división y jerarquía que tiene la comuna de Ayangue partiendo como referencia la provincia de Santa Elena.

Mediante el programa de computadora ArcGIS, se generó el Mapa 1, Demarcación política.

Tabla 1.2 Demarcación política del área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Provincia	Cantones	Parroquia		Comuna
Santa Elena	Salinas	-	-	-
	La Libertad	-	-	-
	Santa Elena	Urbanas	Santa Elena	-
			Ballenita	-
		Rural	Ancón	-
			Chanduy	-
			Manglar Alto	-
			Simón Bolívar	-
			Atahualpa	-
			Colonche	Ayangue

1.4.4 Organización Comunitaria

La condición de comuna según como lo estipula la ley en la “Codificación de la Ley de Organización y Régimen de las Comunas” en el art 8, los representantes de la comuna serán integrados por 5 miembros que ejercerán funciones de: presidente, vicepresidente, tesorero, síndico y el secretario. Las funciones que desarrollan los miembros electos son en un lapso de un año, es decir realizan votaciones elecciones los últimos 15 días del mes de diciembre y son posesionados el año siguiente en los primeros 15 días del mes de enero.

La Organización que posee la comuna de Ayangue se encuentran 3 asociaciones: La asociación de Damas dueñas de las Cabañas de comedores, La cooperativa de Taxis, TransAyangue y la Cooperativa de Producciones Pesquera.



Figura 1.1 Mapa de Demarcación Política del área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

1.4.5 Población

De los datos obtenidos del INEC, se tiene información del número de habitantes de la parroquia colonche entre los años de 1990 y 2001.

Tabla 1.3 Censo Poblacional Realizado en el Ecuador. [Fuente: INEC. 2014]

Parroquia de Colonche	
Año Censal	Población
1990	19,487
2010	24,683

De estudios anteriores realizados en la comuna de Ayangue, se determinó la población del en el año 2003, de 994 habitantes. (Ortiz P, Cruz E, Saenz J, 2007) Además de información obtenida de estudios anteriores, se obtuvo datos de la población para el año del 2005 de la comuna de Ayangue, la cual fue proporcionada por la Fundación Salud Publica Internacional el cual fue de 1,015 habitantes. (Rodrigues M, Salazar R, 2017)

De informacion revisada de estudios ateriores, en el año del 2012, el numero de habitantes de la comuna de ayangue fue de 1,400 habitantes entre hombres y mujeres. (Angel, 2015)

Ademas de las reuniones realizadas con el presidente Junta Administradora de agua Potable y Alcantarillado de Ayangue, se indico que la poblacion en la actualidad esta entre 2,500 y 3,000 habitantes.

Tabla 1.4 Población Comuna de Ayangue. Fuente: (Calderón & Mata, 2019))

Comuna de Ayangue	
Año	Población
2001	881
2003	994
2005	1,015
2012	1,400
2019	2,500 – 3,000

1.4.6 Actividad Productiva

La actividad productiva de la comuna de varía según los meses del año, en los meses de vacaciones de la región costa y región sierra, predomina el turismo,

además de los locales comerciales, restaurantes, hoteles, y además actividades como avistamiento de ballenas.

Además, otra de las actividades a las que se dedican los comuneros, es la agricultura. Gran parte de la población se dedica a esta actividad, y esta consiste en plantaciones de limón, plátano, sandía y maíz. Gran parte de estos sembríos son regadas con aguas que se recolectan en las lagunas de oxidación.



Figura 1.2 Actividad económica, sembríos. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

1.4.7 Abastecimiento de agua potable

El agua potable en la comuna de Ayangue se suministra a través de 2 medios, la más importante es la Empresa Pública Municipal Mancomunada Aguapen-EP. La cual realiza el suministro mediante un reservorio de agua potable de hormigón armado.

El 100% de la comuna de Ayangue cuenta con sistema distribución de agua potable por tubería, obra realizada en el 2007, la comuna cuenta con medidores de agua potable, los cuales en total suman 750, instalados y en funcionamiento. (EKOPRAXIS , 2013). Hay semanas en que escasea o no se tiene agua potable en la comuna, el suministro de agua potable se realiza a través de costosos tanqueros.

Debido a la construcción de nuevas urbanizaciones dotadas de grandes espacios acuáticos y un gran consumo de agua potable de grandes viviendas, este recurso se ha escaseado notablemente para el resto de la población, por lo que actualmente este recurso vital está en déficit.

El servicio de agua potable en la comuna es manejado por la Junta Administradora de Agua Potable y Alcantarillado Ayangue.



Figura 1.3 Reservorio de agua potable. Fuente. (Pamela Ortiz, Eduardo Cruz, Jenny Sáenz, 2007).

1.4.8 Alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas negras

La comuna de Ayangué cuenta con la I etapa del sistema de Alcantarillado sanitario, la obra fue financiada por el MIDUVI con una inversión de \$671 724.48 USD a realizarse trabajos durante 8 meses, sin embargo, solo un 20% de la comuna utiliza el alcantarillado sanitario, ya que, al terminarse de ejecutar la obra, nadie se encargó de realizar las conexiones domiciliarias, por lo que las personas rompieron las tuberías y ellos mismo realizaron la conexión. Debido a este problema, en el año 2011, la prefectura de Santa Elena, realizó trabajos de construcción de cajas domiciliarias y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para las viviendas que fueron construidas por el MIDUVI, la construcción de estas cajas domiciliarias permite transportar las aguas residuales desde las viviendas al sistema de alcantarillado sanitario y a su vez conducir las hacia las lagunas de oxidación, las cuales están ubicadas detrás de la pista de aterrizaje de avionetas. (EKOPRAXIS , 2013)

En la primera piscina, las aguas servidas, los objetos pesados se depositan en el fondo de la laguna, y posteriormente el agua se envía en la segunda piscina. El agua de esta piscina se utiliza para riego de los cultivos que los pobladores tienen contigua las lagunas de oxidación.

Respecto a las dos lagunas de oxidación existentes hay que remarcar que están ubicadas en el sitio más inconveniente debido a que es el área donde confluyen la descarga de aguas lluvias de dos subcuencas de drenaje, estas lagunas se desbordan, y las aguas contaminadas fluyen a la población y se empozan,

transformándose así en aguas pútridas que están rodeadas por las viviendas y están a menos de 50 metros de la playa.



Figura 1.4 Tapa de Hormigón AASS. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)



Figura 1.5 Laguna de Oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

1.4.9 Educación

La comuna de Ayangue cuenta con una escuela primaria, “Escuela Fiscal Mixta Provincia del Carchi”, (Rodrigues M, Salazar R, 2017), la escuela es completa en

todos los grados, además que posee todos los servicios básicos. Además de los niños de la comuna, también acuden estudiantes de otras comunidades cercanas.

1.4.10 Salud

La comuna de Ayangue cuenta con un subcentro de salud que funciona en la planta baja de la casa comunal, donde labora un médico del Ministerio de Salud y un auxiliar de enfermería, la atención es de tipo diagnóstico y ambulatorio, los casos más complejos o especializados, estos son derivados a centros de salud mejor equipados como el de Manglaralto, La Libertad, Santa Elena, Salinas, Ancón o Guayaquil. (Rodríguez M, Salazar R, 2017).

Los principales cuadros clínicos que sufre la población de Ayangue es gripe, tos, debido a cambio de climas, alergias respiratorias y de la piel. (EKOPRAXIS, 2013).



Figura 1.6 Sub centro de Salud de Ayangue. Fuente: (Jara D, Moreira S, Sánchez R, 2012).

1.4.11 Geología

En la comuna de Ayangue predominan cuatro formaciones geológicas, Tablazo, Tosagua, Zapotal, y depósito aluvial. Las cuales presentan en la tabla 1:5.

Tabla 1.5 Formaciones Geológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

EDAD		FORMACIÓN	SIMBOLO	LITOLOGIA
CUATERNARIO	HOLOCENO	TABLAZO	QT	CONGLOMERADOS, ARENAS, ARENISCAS Y BANCOS CALCAREOS
	PLEISTOCENO			
	-	ALUVIAL	Da	DEPOSITO ALUVIAL
NEÓGENO	MIOCENO	TOSAGUA	O2-M2	ARCILLAS CAFE-CHOCOLATE, ARENISCAS, INTERCALACIONES DE VETILLAS DE YESO
PALEÓGENO	OLIGOCENO	ZAPOTAL	O TZ	ARENISCAS, BANCOS DE CONGLOMERADOS Y LUTITA

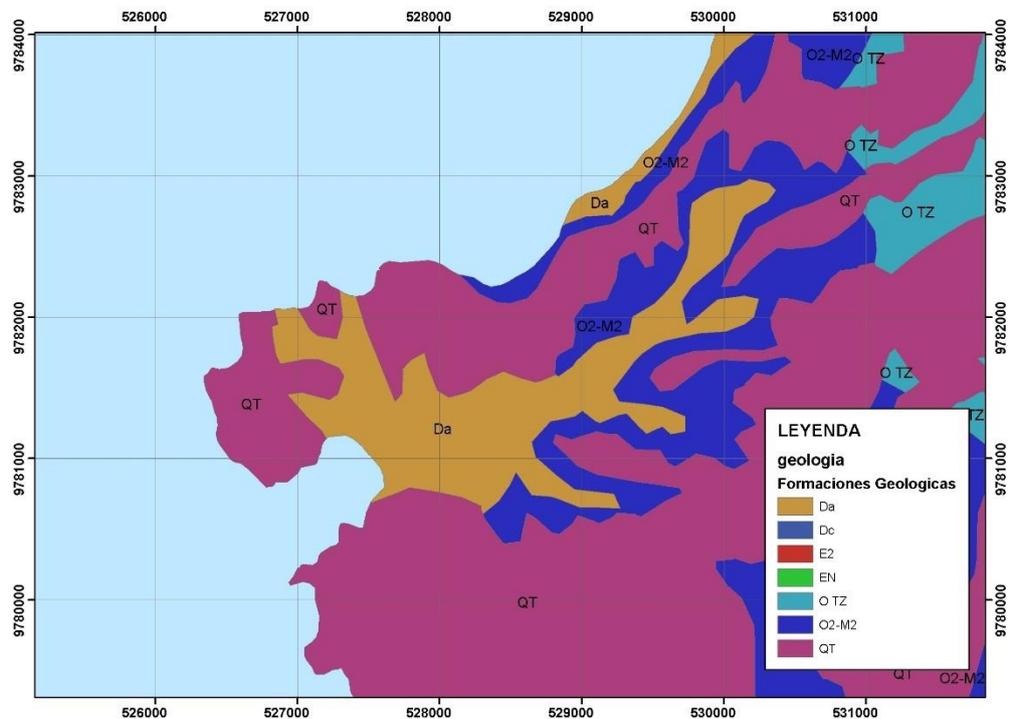


Figura 1.7 Formaciones Geológicas presentes en la zona. Fuente: (Rodríguez M, Salazar R, 2017).

1.4.12 Relieve

La comuna de Ayangue se encuentra asentada cerca a la playa, además que se encuentra entre dos acantilados, lo que hace que las aguas del mar sean tranquilas. Una característica importante del área de estudio es que la elevación sobre el nivel del mar aumenta al dirigirse hacia el sur, donde se encuentran la cordillera de colonche, y esta tiene una elevación promedio de 340 m.s.n.m.

El terreno tiene pendientes que oscilan entre 2% a 17%, donde las pendientes más fuertes están fueran de la población, zona no habitada, y en donde se puede encontrar cultivos. (Rodrigues M, Salazar R, 2017).

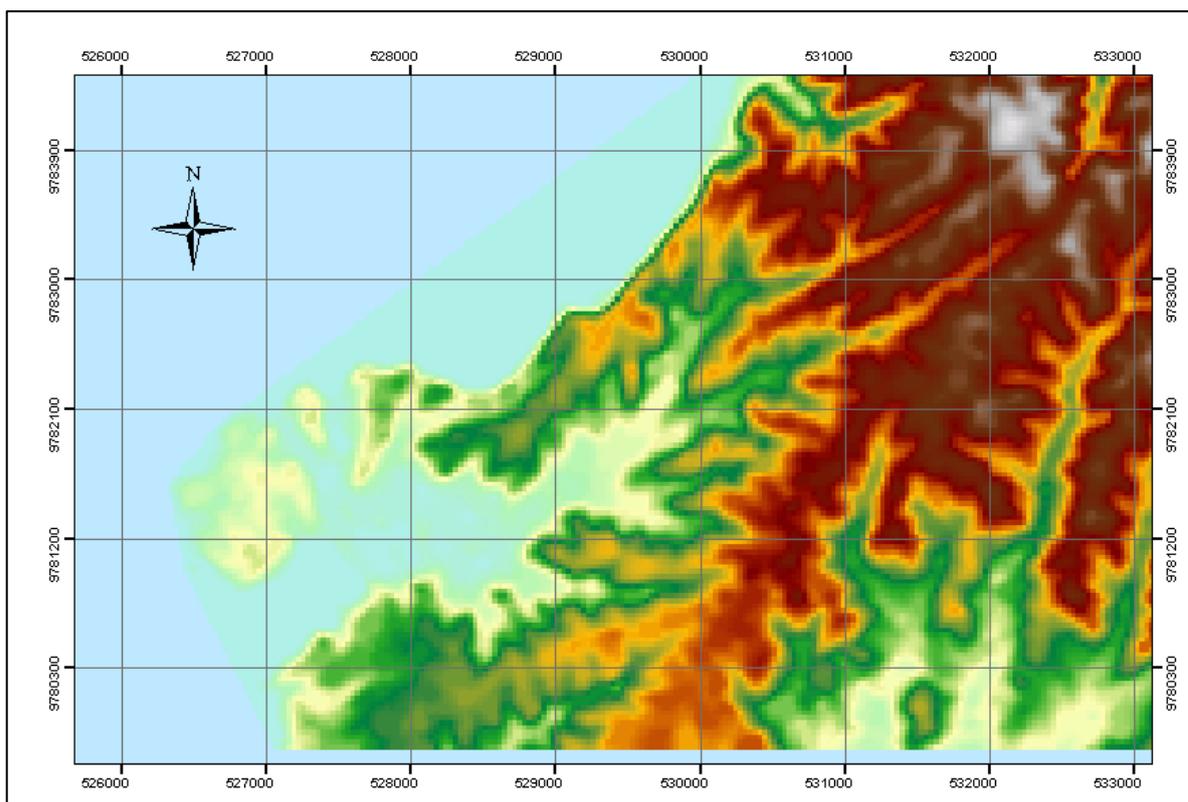


Figura 1.8 Relieve comuna de ayangue. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

1.4.13 Topografía

La comuna de Ayangue ubicada en una zona rural, la zona baja es parcialmente plana con pequeños desniveles, el desnivel plano más visible observado, es el lago que se forma dentro de la Comuna, la cual se forma en periodos de invierno, en la parte alta de la Comuna de Ayangue tiene una topografía irregular que conforma colinas que descienden abruptamente hacia el océano pacifico, hacia el

Sur-Este de la comuna de Ayangue, la topografía es ondulada, con pequeñas colinas sobre las cuales existen cultivos de limón y banano. (EKOPRAXIS , 2013).

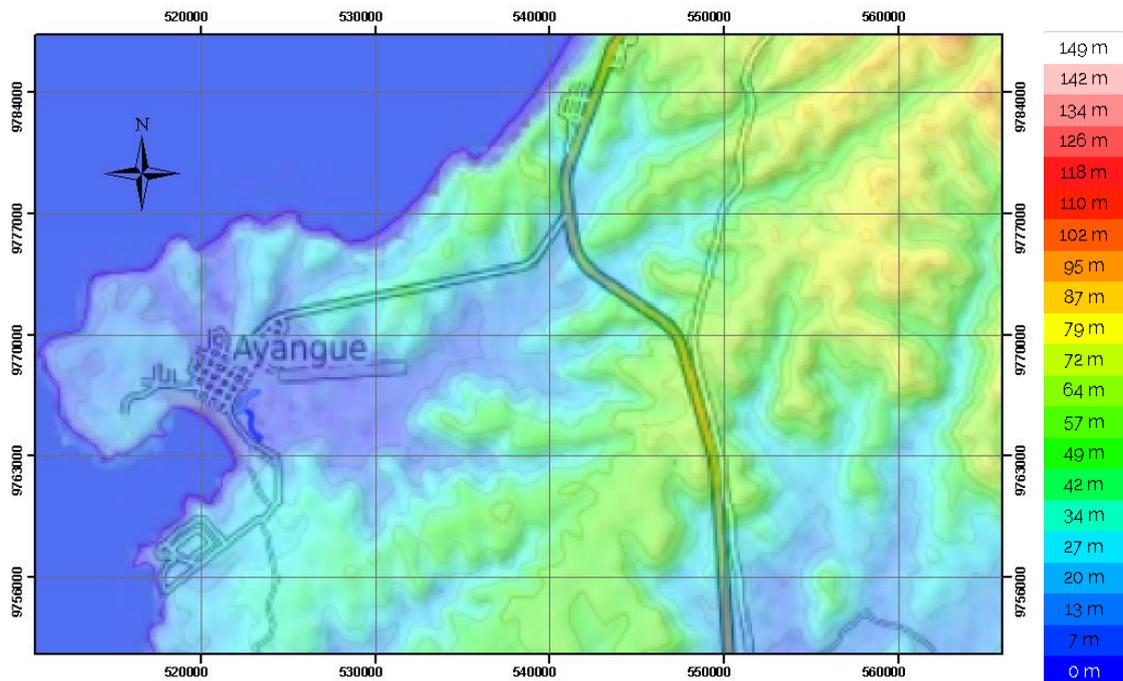


Figura 1.9 Mapa Topográfico Comuna de Ayangue. Fuente: (Topografic-Map, 2019)

1.4.14 Hidrografía

La comuna de Ayangue está ubicada en la costa del Océano Pacífico, no tiene ríos existentes alrededor de la comuna, sin embargo, en la temporada de invierno y debido a la topografía, la escorrentía que viene desde la parte alta de la comuna se sitúa cercana a la población, formando un lago que se mezcla con aguas residuales y con basura, el cual ocasiona malestar a la población.



Figura 1.10 Lago formado en la temporada de invierno. Fuente: (Rodrigues M, Salazar R, 2017).

1.4.15 Clima

El clima en la comuna de Ayangue es semiárido, varía entre cálido y caluroso durante todo el año, la vegetación del sector es seca, debido a la sequía que existe. Gran parte de la comuna presenta flora nativa. Entre diciembre y abril está en temporada invernal, con presencia de sol y temperatura hasta los 38° C, en los meses de mayo a noviembre es la época con temperaturas que oscilan entre los 20°C la más baja y 35°C la más alta. (Rodrigues M, Salazar R, 2017).

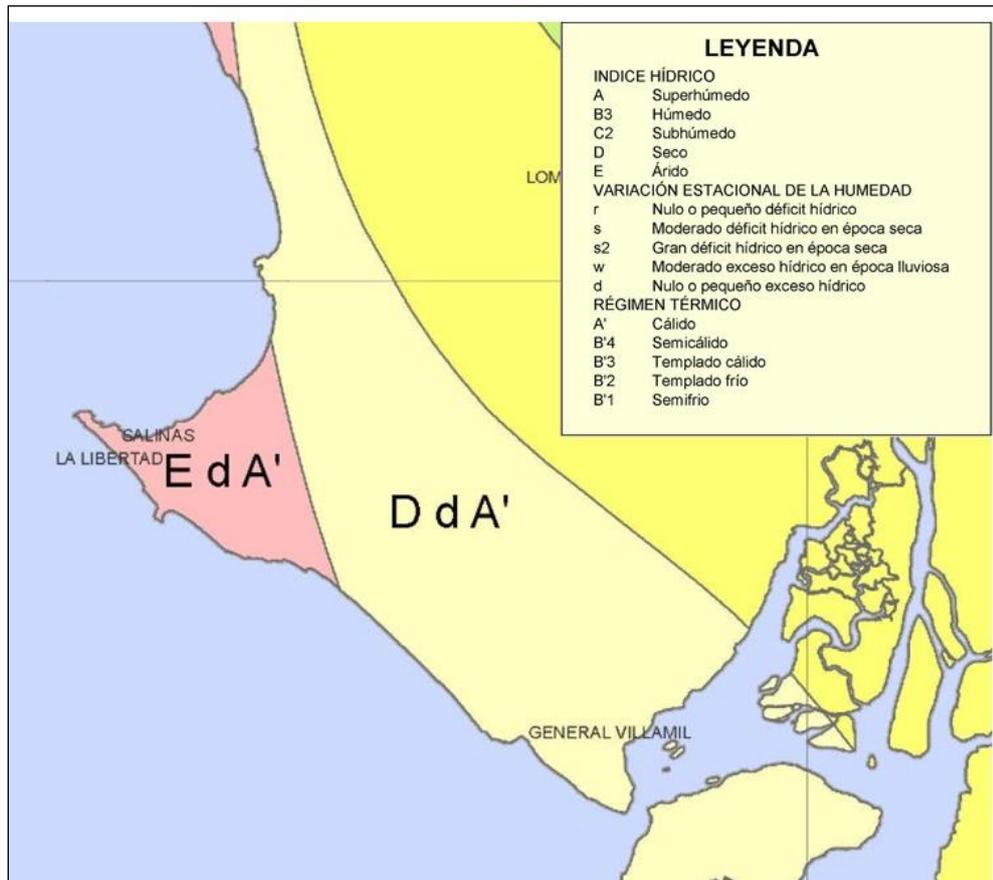


Figura 1.11 Clima Comuna de Ayungue. Fuente: (INAH, 2019).

La temperatura media anual es de 24.6°C, tiene una evaporación media anual 1565.7 mm y humedad relativa de 79%. (EKOPRAXIS , 2013).

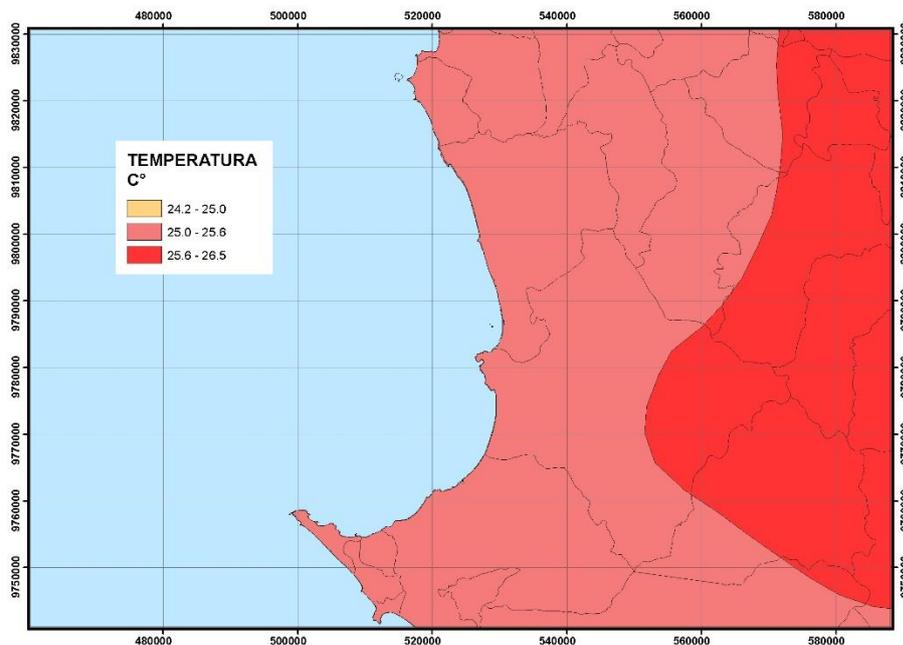


Figura 1.12 Temperatura media Anual 2010. Fuente: (INAHI, 2019)

La precipitación de la comuna de Ayangue varía entre los 542.1 a 692.5 mm para las temporadas de invierno. (INAMHI, 2019). Además cuenta con estaciones meteorológicas ubicadas en la parroquia de Manglaralto, las cuales se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1.6 Estaciones Meteorológicas Parroquia Manglaralto. Fuente: (INAHI, 2019)

CODIGO	ESTACION	X	Y	ALTURA
M780	COLONCHE	536822.00	9776725.00	20.00
M782	BARCELONA	534971.00	9789621.00	29.00
M0783	SALANGUILLO	548872.00	9784091.00	80.00

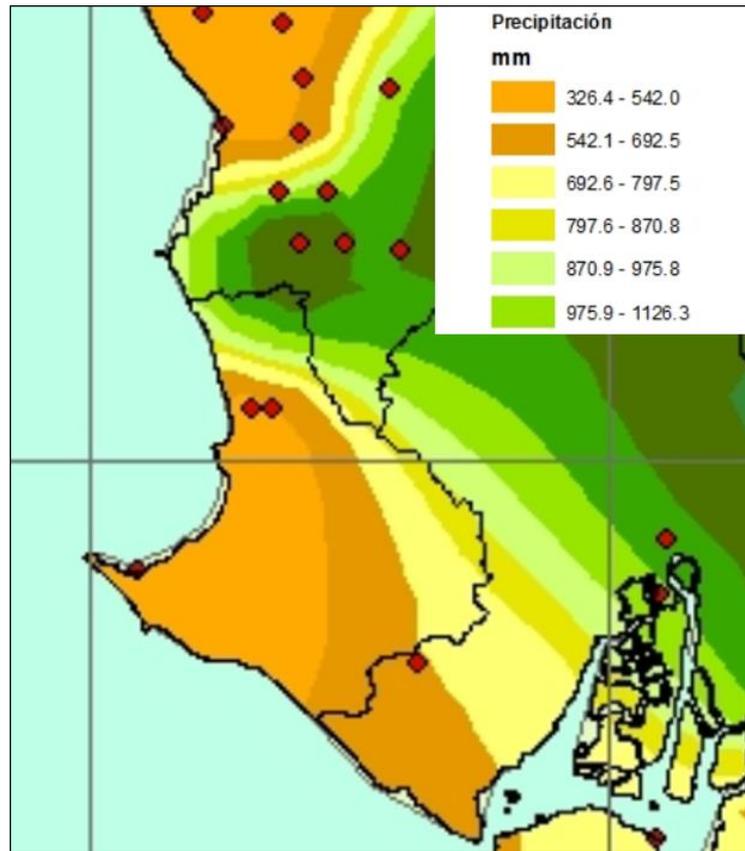


Figura 1.13 Precipitación media Anual 2010. Fuente: (INAHI, 2019)

1.4.16 Geomorfología

En el área de estudio se tiene presencia de diversas unidades morfológicas, como terrazas altas, mesas, cuevas, colinas altas, planicies costeras y playas. Superficialmente se tiene arena limosa y en cientos de sitios suelos limo arcillosos. La característica geográfica más importantes del área de estudio es la cordillera Chóngon-Colonche, la cual está a manera de arco insular semi-emergido, que se inicia en Guayaquil y continua hasta las montañas de Ayampe, en donde se tiene el límite provincial con Manabí.

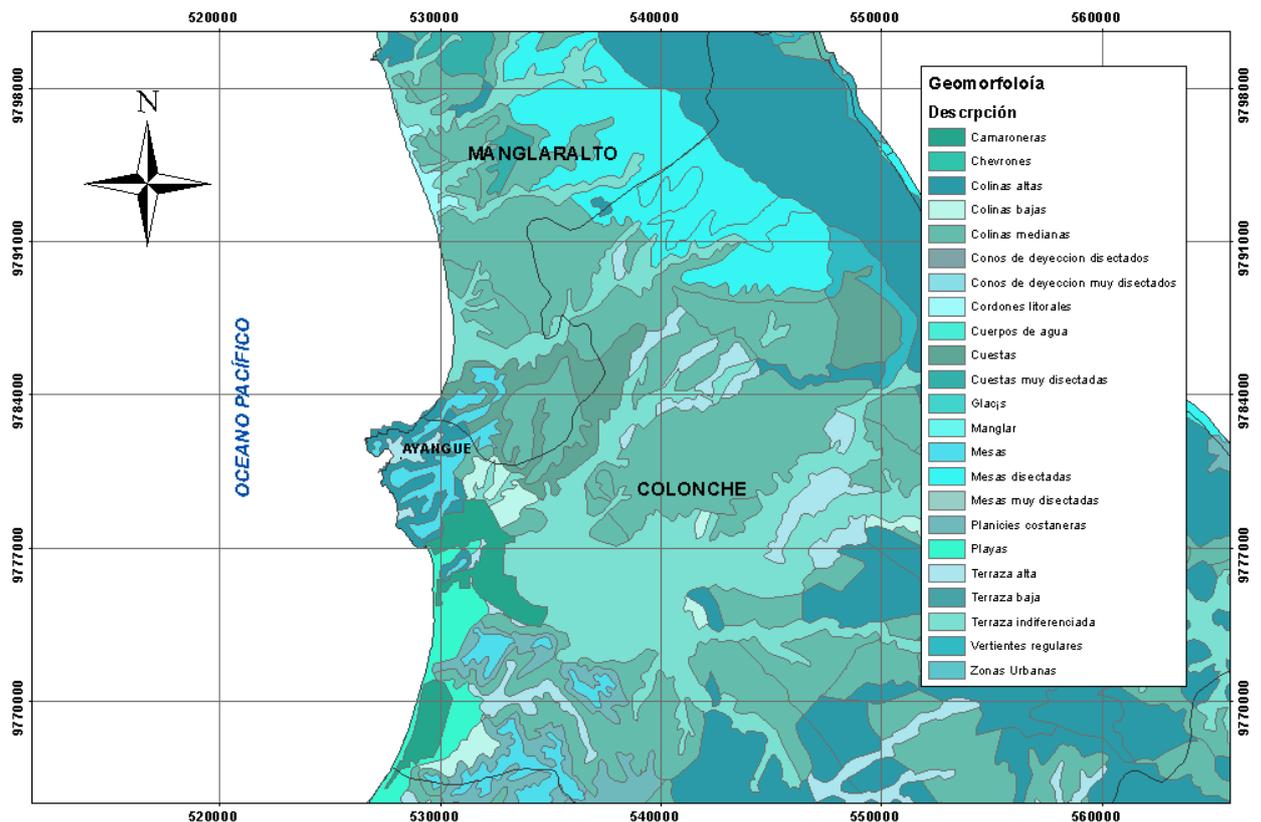


Figura 1.14 Formaciones Geomorfológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

1.4.17 Flora

La flora terrestre en el área adyacente a la línea de la costa se caracteriza por ser un ambiente netamente seco, el suelo con bastos arbustos endémicos y pocos árboles. La mayor parte de la flora terrestre existente es de tipo vascular, pocos árboles y arbustos dispersos en la zona.

En la parte más alta de la entrada de la ensenada de Ayangue se observa cultivos de limones, banano, y sandía, que son regados con las aguas servidas que son bombeadas hasta las plantaciones antes mencionada. (EKOPRAXIS , 2013)

1.4.18 Fauna

La fauna del área de estudio más predominante es la terrestre, como reptiles, de las visitas realizadas se observaron culebras mata caballo, culebra equis, y reptiles característicos de los bosques secos de la región costa. En cuanto a aves se observaron, patos, gaviotas, palomas, tórtolas, y gallinazo negro. (Ortiz P, Cruz E, Saenz J, 2007).

1.4.19 Poliducto

Los terrenos de la parte más elevada de la Comuna de Ayangue atraviesan tuberías de un poliducto que se dirige hacia la provincia de Manabí. La presencia de dicha tubería presenta una franja de terreno denominado derecho de vía, invalidando la posibilidad de construir el embalse en el área.



Figura 1.15 Señalización Tubería de petróleo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

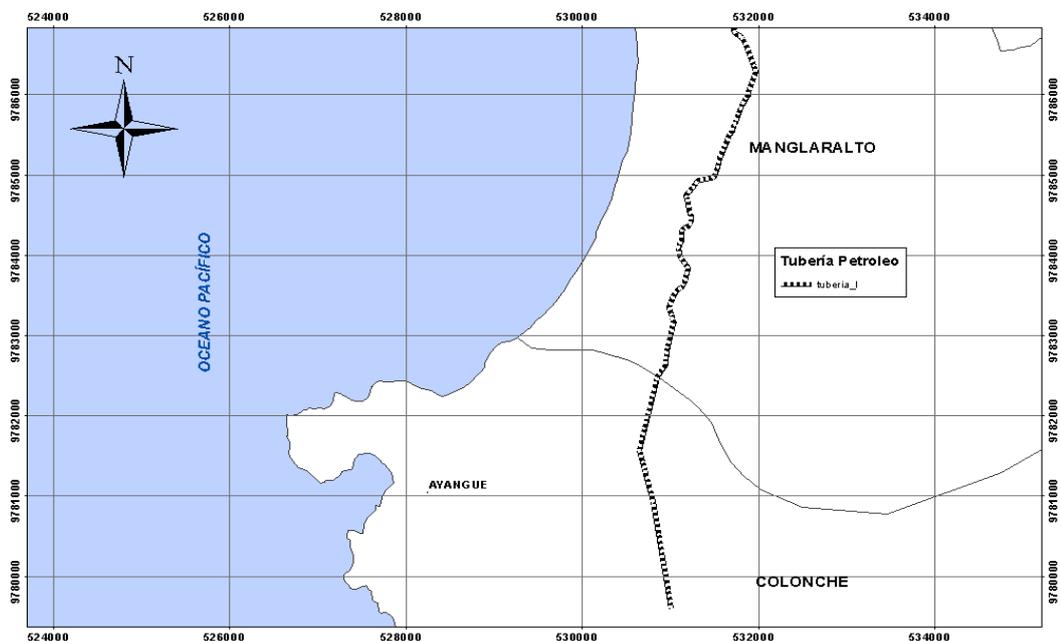


Figura 1.16 Tubería de petróleo. Fuente: (IGM, 2019)

1.4.20 Fundamentación teórica

1.4.20.1 Presa

Presa o represa es una estructura que se puede construir con cualquier tipo de material, que traspasa un vertiente natural o artificial, con la finalidad de producir una elevación en el nivel del agua o embalse y generar una distribución de caudales al estado inicial. (Sandoval, 2019)

Según la Comisión Internacional de Grandes Presas, (*International Commission on Large Dams*, (ICOLD, 2007), una presa se la define como:

“Una barrera o una estructura colocada cruzando un curso de agua o de un río con el fin de almacenar, controlar y derivar agua.”

También se define a la presa como, “Una estructura que se interpone a una corriente de agua para embalsar y/o desviarla para su posterior aprovechamiento o para proteger una zona de sus efectos dañinos”. (Ferrufino & Moereira, 2006).

Se define como pequeñas presas a las que tienen un altura menor a 25 metros, presas medianas altura entre 25 y 75 metros, y presas grandes para alturas mayor a 75 metros. (Sandoval, 2019)

1.4.20.2 Requerimiento de un buen sitio de presa

Un sitio para colocar un embalse debe satisfacer dos requerimientos importantes, el primero hace referencia a la funcionalidad del embalse, ya que se rige por el balance entre las características naturales y el propósito del embalse.

Con respecto a los requerimientos técnicos, se debe cumplir dos condiciones importantes, la primera, la topografía del terreno debe formar un “cuello de botella”, con la finalidad de que la presa se empotere sobre este cuello, la segunda condición que debe cumplir es que la “garganta” de este cuello de botella debe ser estrecha y tener un embalse amplio.

La topografía es muy importante para la elección del tipo de presa y la ubicación de esta. (Sandoval, 2019)

Otra característica importante que se debe considerar es la cimentación, la cual dependerá de la forma del valle donde se ubicará la presa, y la calidad de esta se determina por la capacidad portante, las deformaciones y la impermeabilidad.

La disponibilidad de materiales es uno de los aspectos importantes que se debe considerar para la selección del sitio de presa, ya que esta tendrá un efecto directo en el costo de la obra, debido al gasto que se realiza durante la etapa de construcción, transporte de materiales para el cuerpo de presa.

El área de inundación es un aspecto que debe analizarse, ya que este generara costos debido al uso de tierra, y se debe analizar si el beneficio que se quiere conseguir justifica la realización del proyecto. Además de realizar un análisis de los aspectos sociales, y ambientales en el área de inundación, para lo cual se debe realizar un estudio de evaluación de impacto ambiental en las etapas de construcción y operación de la presa.

1.4.20.3 Clasificación de presas según su función

Las presas pueden clasificarse de acuerdo con la función a que están destinadas: presas de embalse, derivación, retención y de acuerdo con las distintas aplicaciones que se le quiera dar.

- **Las presas de embalse:** se construyen para embalsar, almacenar la escorrentía del periodo de invierno, para utilizarla en el pedido seco de verano. Este tipo de presa a su vez se puede clasificar de acuerdo con la utilización que se va al agua embalsada en, presas de abastecimiento, de recreación, para pesca, cría de animales, y para regar cultivos. (Bereau Of Reclamation & Floyd, 1970)
- **Las presas de derivación:** son construidas para proporcionar altura la altura necesaria para desviar el agua a través de canales, acequias, zanjas, tomas y todo tipo de sistema de conducción,

son construidas con la finalidad utilizaras para el riego de cultivos. (Ferrufino & Moereira, 2006).

- **Las presas de retención:** se construyen con la finalidad de regular las crecidas y disminuir los daños que puede ocasionar a una población, estas se dividen en dos tipos principales: en el primer tipo el agua se embalse de manera temporal, y se desembalse a través de un desagüe, el segundo tipo, el agua es embalsada el tiempo que demore en filtrarla a través de bancos permeables o estratos de grava. (Bereau Of Reclamation & Floyd, 1970).

1.4.20.4 Clasificación de presas según sus características hidráulicas

Estas se clasifican en presas con vertedero, debido a que permite verte el agua embalsada a través de la corona de la presa, la característica principal, es que el vertedero es construido con materiales que no se erosionen, como el hormigón, mampostería, etc. Las presas no vertedero, son presas que se construyen para que no vierta a través de la corana de la presa, de manera muy frecuente se combinan estos dos tipos, obteniendo como resultado presad de gravedad con aliviadero. (Ferrufino & Moereira, 2006)

1.4.20.5 Clasificación de presas según los materiales empleados en su construcción

La clasificación más común utilizada, es de acuerdo con el material que se utilizara para la construcción, entre las más utilizadas en el ecuador, están las presas de tierra, de escollera o enrocado y de hormigón.

- **Las presas de tierra:** son las presas que comúnmente se construye, debido a que se utiliza material en estado natural, o del mismo embalse, además que sus cimentaciones son menos rigurosas, por lo que resultan más económicas que una presa de hormigón. Se emplea presas de tierra para embalsar, en

regiones áridas o semiáridas, donde se requiera almacenar agua para abastecimiento de una población o para riego de cultivos. Además, este tipo de presa requiere tener un aliviadero independiente.



Figura 1.17 Presa Poza Honda, Ecuador. Fuente: (Sandoval Erazo, 2019)

- **Las presas de escollera o enrocado:** son construidos con rocas de todos los tamaños, bien graduado, que permita asegurar que esta tenga estabilidad y además de una pantalla impermeable que asegure el embalsamiento.
- **Las presas de hormigón:** es una de las presas más construidas para proyectos como hidroeléctricas, en donde la cimentación en roca es importante y debe ser de buena calidad, su geometría se puede determinar de acuerdo con la función que cumplen, en la manera que resistirá las fuerzas que actúan sobre la presa, y por la tecnología utilizada para su construcción. (Sandoval Erazo, 2019)

1.4.20.6 Clasificación por su forma geométrica

Las formas geométricas más comunes para presas son las de trapecio y de triángulo, para esto se utiliza como parámetro el índice de esbeltez, β , que es la relación entre ancho de la base de la presa y su altura. (Sandoval Erazo, 2019).

- Para presas cuyo índice $\beta > 1$, son presas de gravedad que se construyen con materiales sueltos.
- Para presas con índice entre $0,6 < \beta < 1,0$, son presas de hormigón ciclópeo, de gravedad macizas, mampostería, entre otras.
- Índice entre $0,3 < \beta < 0,6$, son presas de hormigón de arco.

1.4.20.7 Clasificación de las presas según su altura y falla

Uno de los parámetros más importantes para clasificar una presa, es la altura, ya que tiene relación directa con la falla de esta. En Ecuador no existe normativa que permita clasificar las presas, sin embargo, la norma ecuatoriana NEC-2015, (MIDUVI, 2015), permite el uso de normas internacionales, institutos o centros de investigación.

La clasificación más detallada se presenta en la norma, (Ministerio de Desarrollo local de la Federación Rusa, 2013) de estructuras hidráulicas, desarrollada por la federación Rusa, clasifica a las presas según el material, condición del suelo y otros aspectos resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 1.7 Clasificación de las presas según la Norma SP 58.13330.2012. Fuente: (Ministerio de Desarrollo local de la Federación Rusa, 2013)

Tipo de suelo de cimentación	Categoría para presas de materiales sueltos			
	I	II	III	IV
Roca	$H > 80$	$80 < H < 50$	$50 < H < 20$	$H < 20$
Material Granular	$H > 65$	$65 < H < 35$	$35 < H < 15$	$H < 15$
Arcillas Saturadas	$H > 50$	$50 < H < 25$	$25 < H < 15$	$H < 15$

Tabla 1.8 Categoría según riesgo potencial de una presa. Fuente: (Sandoval Erazo, 2019)

Categoría	A	B	C
Riesgo	Alto	Significativo	Bajo
Pérdidas directas de vidas	Seguro (en uno o más desarrollos residenciales)	Incierto (localización rural con pocas residencias)	No se espera (localización rural sin viviendas).
Perdida de servicios esenciales	Interrupción de instalaciones esenciales y vías de comunicación, crítico	Interrupción de instalaciones esenciales	Ninguna interrupción de servicios, las reparaciones de los daños simples
Perdidas en propiedades	Extensa sobre instalaciones públicas y privadas	Mayor afectación pública y en instalaciones privadas	Tierras agrícolas privadas equipos y edificios aislados
Perdidas ambientales	Alto costo de mitigación o imposible de mitigar	Se requiere una mitigación importante	Daño mínimo

1.4.20.8 Embalses

Es el resultado de la construcción de una represa, el cual cierra el cauce principal del río y la altura del agua aumenta, aumentando el volumen del agua, y este volumen utilizarlo en beneficio de una población. El volumen que se puede almacenar va a depender de la altura y geometría de la presa, la cual es definida mediante visitas de campo y estudio topográficos. La zona inundada también se la conoce como “vaso”. En Ecuador el embalse más grande por volumen y área es el de Daule – Peripa. (Sandoval Erazo, 2019).

Tabla 1.9 Clasificación de los embalses según su tamaño. Fuente: (Zhelezniakov, 1984)

Categoría	Volumen (hm^3)	Área (km^2)
Micro	< 1	< 1
Mini	1 a 10	1 a 2
Pequeño	10 a 100	2 a 20

1.4.20.9 Niveles y volúmenes de los embalses

La acumulación de agua en el vaso, se genera diferentes alturas y volúmenes de agua, los nombres para cada una de estas alturas están relacionada con la función y operación del embalse.

- **Nivel muerto:** nivel más bajo y que corresponde a una posible descarga del agua de la presa, además que en este se acumula los sedimentos. (Sandoval Erazo, 2019)
- **Nivel mínimo de operación:** nivel que garantiza el funcionamiento de la estructura de servicio, para la cual se edificó la presa. (Sandoval Erazo, 2019).
- **Nivel máximo de Proyecto:** caudal máximo para un tiempo de retorno y se determina mediante un estudio hidrológico, (Sandoval Erazo, 2019).

1.4.20.10 Presa Colinar

Constituye una obra hidráulica especial ya que para lograr embalsar no se requieren grandes cauces o ríos, lo que se busca son microcuencas que captara las aguas lluvias, las cuales se dirigen hasta las partes más bajas u hondonadas, sin formar cauces bien definidos, únicamente vertientes que al presentarse lluvias de forma intensa pueden formar caudales en m³/seg, los cuales pueden ser acumulados o embalsados por vasos topográficos mediante un dique o terraplén (M.A. Chávez, 2001)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Formulación, descripción y selección de alternativa optima

Se plantearon tres alternativas, para el emplazamiento de la presa colinar, las cuales cumplen con el objetivo de este proyecto, abastecer de agua potable a la comuna de Ayangue, para cada una de estas alternativas, se analizaron los factores; técnicos, económicos, sociales, ambientales, y legales, que se tienen en cada alternativa.

2.1.1 Criterios para elegir la alternativa conveniente

A continuación, se describen los aspectos que fueron analizados en cada una de las alternativas.

2.1.1.1 Características técnicas

- **Área de embalse:** esta permite determinar el área de inundación, la cota de embalse y la altura de presa.
- **Volumen de embalse:** Se determina a partir de las curvas de nivel, eje de presa y del estudio hidrológico.
- **Permeabilidad:** Es un parámetro geotécnico que permite valorar el grado de estanquidad que se va a tener en el embalse y en sus diferentes componentes.
- **Topografía:** Es la característica más importante para constituir una presa
- **Área de cuenca de aporte:** Es el parámetro que determina la capacidad hídrica de un proyecto de embalse, ya que entre mayor sea el área de la cuenca, mayor escurrimiento y por tanto el nivel del agua del embalse se elevará, este se determina mediante la utilización del software ArcGIS, para la delimitación de la cuenca y obtención del área de esta.

2.1.1.2 Características económicas

La construcción de una presa tiene un costo que se debe desglosar en varios rubros, los más importantes se anotan a continuación:

- **Ocupación del suelo:** la presa no debe ubicarse sobre zonas agrícolas, y de ser el caso que se realice el emplazamiento sobre el área agrícola, realizar la debida justificación.
- **Trabajos preliminares, desbroce y limpieza:** La actividad que corresponde este rubro es de suma importante, pues es la que se realizan los estudios para plantear la ubicación exacta de la presa, la limpieza del sitio mediante maquinaria pesada y el trazado del sitio donde se desarrollara el proyecto.
- **Construcción del cuerpo de presa u obras adicionales:** Esta etapa de la construcción es donde se realiza el movimiento del material para la conformación de la presa, compactación por capas y la definición de la sección final de la presa, además de la construcción adicional del aliviadero para eventos extremos

2.1.1.3 Características sociales

Los factores sociales, tiene un impacto directo con la población beneficiada con el proyecto, ya que, debido a una necesidad de una población, se genera un proyecto. Los factores sociales que se analizaron son los siguientes:

- **Salud:** la salud es importante analizar para el desarrollo del proyecto, ya que este se construye con la finalidad de mejorar la salud e la población.
- **Turismo:** este se relaciona con el proyecto, y su construcción, ya que una obra como la descrita en este proyecto, tiene impacto directo con las personas que llegan al lugar, como también con la economía.

2.1.1.4 Características ambientales

El análisis ambiental permite determinar cómo afecta la obra al medio ambiente, las condiciones iniciales antes de la construcción, y como afectara la misma una vez construida. Los factores ambientales que se analizaron son los siguientes:

- **Afectación de la flora:** el proyecto no debe de afectar de manera significativa en la flora. Y fauna

- **Población en el área de emplazamiento:** en el área del embalse, no debe ubicarse poblaciones, ni casa habitadas.
- **Red de agua potable:** análisis de las redes de agua potable en el lugar de construcción de la presa, ya que un daño sobre esta afecta a toda una población.
- **Perturbación del paisaje:** no debe haber afectación en el paisaje natural.
- **Áreas protegidas:** la presa no se debe ocasionar daño sobre los recursos hídricos, zonas agrícolas, aguas superficiales y subterráneas.

2.1.1.5 Características legales

Este factor garantiza la legalidad del terreno, para esto se analizó lo siguiente:

- **Expropiaciones:** es importante identificar las propiedades, ya que, con el objeto de ejecutar planes de desarrollo social, bienestar colectivo se puede declarar expropiación de bienes, con su respectiva valoración e indemnización y pago de conformidad con la ley.
- **Tubería de hidrocarburo:** Debido a la tubería de hidrocarburo, por ordenanza se debe dejar una franja de 50 metros denominado “derecho de vía de la tubería”, no se puede construir ningún tipo de obra, tampoco un embalse.

2.1.1.6 Parámetros cuantificadores

Se definen las cuantificaciones para evaluar las alternativas, las cuales permitirán comparar los resultados y obtener un puntaje para cada alternativa, puntaje que permitirá seleccionar la alternativa óptima.

En la siguiente tabla se presenta los puntajes establecidos y su respectiva descripción.

Tabla 2.1 Puntuación y Parámetro para seleccionar el emplazamiento de la presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Puntuación para seleccionar el emplazamiento de la presa		
Alto	3	Condición elevada
Medio	2	Condición regular
Bajo	1	Condición baja

2.1.2 Descripción de las alternativas

2.1.2.1 Alternativa A

El sitio de presa está ubicado en la provincia de Santa Elena, parroquia de Colonche, en la comuna de Ayangue, detrás de la pista de aterrizaje de avionetas. Esta limitada al norte con la comuna de San Pedro, al Sur con la Comuna de Palmar, al este con la cordillera de colonche y al oeste con el océano pacifico. En el área de embalse se encuentra cultivos, y maleza, la cual puede ser removida, para evitar que esta materia orgánica contamine el embalse. Además, en el sitio del embalse, se observan dos lagunas de oxidación las cuales son utilizadas como tratamiento primario de aguas residuales, y a su vez para el riego de los cultivos, el mal olor debido al viento llega hasta la comuna, además que, en temporadas de lluvia, las lagunas desbordan y esta agua debido a la escorrentía superficial llega hasta la comuna, afectando a la salud, y aumento la proliferación de mosquitos. Estas lagunas permitieron suponer que el suelo es impermeable, ya que de que no sea así, se filtraría el agua de las lagunas llegando hasta la pista de aterrizaje, lo cual no se evidencia en las visitas técnicas.

Dentro del embalse no se encuentran áreas protegidas, esta información fue revisada en la página del medio ambiente.

Además, debido a las propiedades de las formaciones geomorfológicas, es decir son semi impermeables, el material es adecuado para la conformación de la presa.

Con el programa de computadora, Civil 3D, se realiza una estimación del volumen de material necesario para la conformación de la presa.

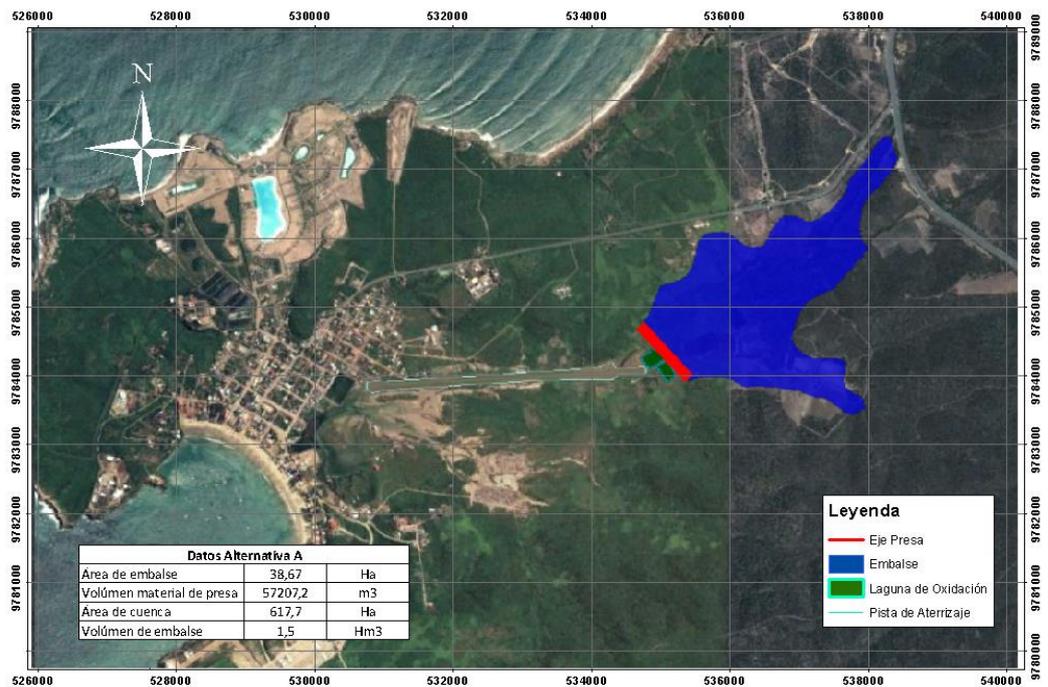


Figura 2.1 Ubicación Alternativa A. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

2.1.2.2 Alternativa B

El sitio de presa está ubicado en la provincia de Santa Elena, entre las parroquias de Colonche y Manglar Alto de ayangue, tiene una superficie de 220.10 Ha, de las cuales un 59.12% de esta corresponde a la parroquia de Manglar Alto y 40.88% corresponde a la parroquia de Colonche, además está limitada al norte con la comuna de San Pedro, al sur con la comuna de Palmar, al este con la cordillera de colonche y al oeste con el océano pacífico y comuna de ayangue. La afectación de la flora y la fauna será evidente, debido al embalse que se formara en el lugar, además que en esta área se encuentra enterrada una tubería de gas y petróleo, y que a partir de las 6 de la tarde, los militares pasan por el lugar para realizar una rutina de inspección, ya que es prohibido realizar excavaciones, o que las personas estén en el lugar. Con el programa de computadora, Civil 3D, se realiza una estimación del volumen de material necesario para la conformación de la presa.

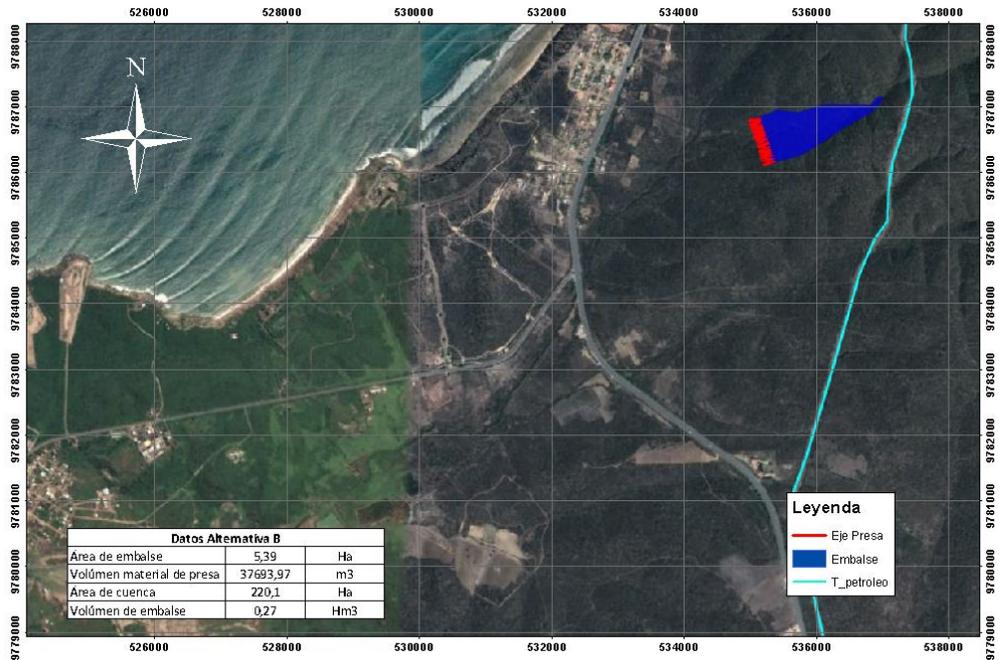


Figura 2.2 Ubicación Alternativa B. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

2.1.2.3 Alternativa C

El sitio de presa está ubicado en la provincia de Santa Elena, entre las parroquias de Colonche y Manglar Alto de ayangue, tiene una superficie de 231.84 Ha, de las cuales un 41.68% de esta corresponde a la parroquia de Manglar Alto y 58.32% corresponde a la parroquia de Colonche, además está limitada al norte con la comuna de San Pedro, al sur con la comuna de Palmar, al este con la cordillera de colonche y al oeste con el océano pacífico. Al igual que la alternativa B, en esta se encuentra la tubería de petróleo, es evidente la afectación a la flora y la fauna debido al embalse que se formara, además, con el programa de computadora, Civil 3D, se realiza una estimación del volumen de material necesario para la conformación de la presa.

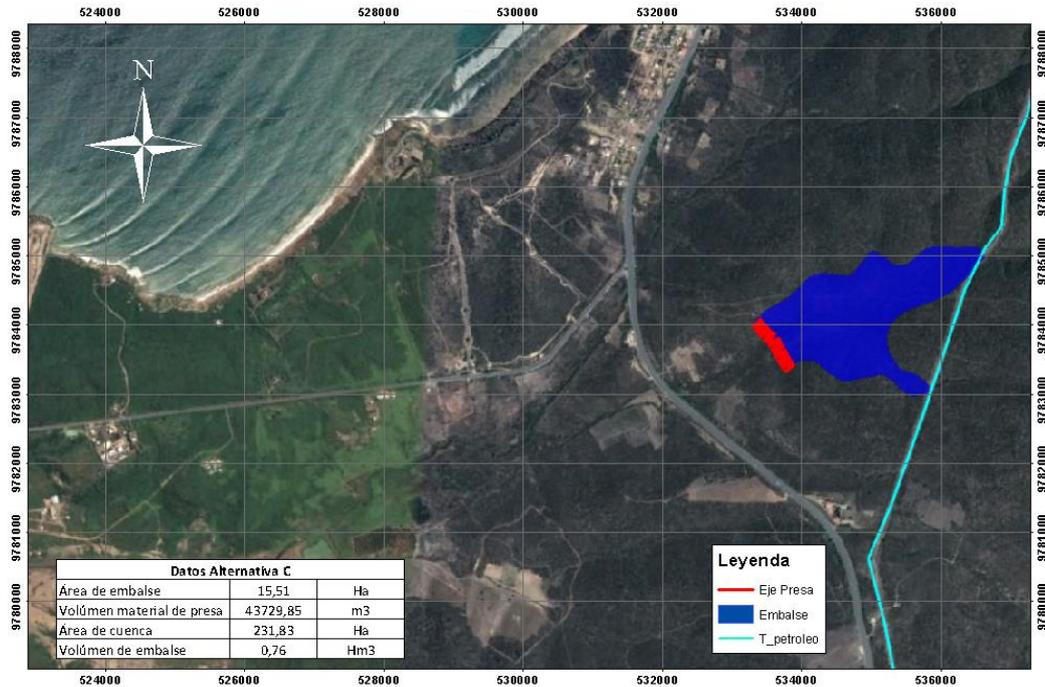


Figura 2.3 Ubicación Alternativa Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

2.1.3 Selección de alternativa Optima

Se selecciona la alternativa conveniente, analizando cada uno de los criterios que fueron detallados, y la óptima es el que mayor puntuación obtiene, entendiéndose a esta como la alternativa que mejor ubicación tiene. En la siguiente tabla se resumen la alternativa optima, en el **Apéndice A**, se presenta las puntuaciones para las alternativas no seleccionadas.

Tabla 2.2 Tabla de Resultados Alternativa Optima. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

	Alternativa A
Factores Técnicos	
Área embalse	3
Volúmen de embalse	3
Permeabilidad del suelo	3
Topografía	3
Área de Cuenca de Aporte	3
Factores Sociales	
Salud	3
Turismo	3
Factores Ambientales	
Afectación de flora y fauna	3
Población en el área de emplazamiento	2
Red de agua potable	1
Perturbación del paisaje	1
Áreas protegidas	1
Factores Economicos	
Uso de Suelo	3
Material para construcción de la presa	3
Factores Legales	
Expropiaciones	3
Tubería de Gas - petróleo	1
Total	39

2.2 Información Técnica Necesaria

2.2.1 DATOS TOPOGRÁFICOS

Se realizó una recolección de información secundaria, sobre la topografía del área de estudio, además se revisó el programa de computadora Google Earth, para la obtención de información sobre vías de acceso, la ocupación actual del área de estudio, con el fin de planificar la visita de campo y realizar el levantamiento topográfico del área de estudio. Además, para identificar placas IGM para solicitar la información correspondiente a la entidad encargada.

El levantamiento topográfico permitió la realización de planos de emplazamiento del proyecto, en el cual se identifican las áreas que se encuentran en el vaso de la presa y eje de la presa.

Se utilizó el programa de computadora Civil3D para procesar la información y realizar el plano de emplazamiento.

2.2.2 DATOS GEOMORFOLOGÍA

Se obtuvo información de las formaciones geomorfológicas del Ecuador, en formato "SHAPE", de la página del sistema nacional de información, Archivos de Información geográfica.

Se realizó la delimitación de la cuenca, para el área de estudio, a través del programa de computadora ARCGIS, y de esta cuenca delimitada se obtuvo información.

○ **Parámetros de forma**

Coefficiente de compacidad K_c

Relación entre el perímetro de la cuenca a la circunferencia cuya área sea la de la cuenca. Un valor de parámetro de forma mayor a 1, indica que habrá mayores posibilidades de crecidas debido a que los tiempos de concentración de los diferentes sitios de la cuenca serán iguales. (Ministerio de Agricultura, 2007)

$$K_c = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi A}} \quad (\text{adimensional}) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde,

A: área de la cuenca (Km^2)

P: perímetro de la cuenca ((Km)

Factor de forma (F_f)

Índice establecido por Horton, define la relación entre el ancho medio de la cuenca (A/L_b) y la longitud del cauce más largo. Un factor de forma bajo, indica crecientes de menor magnitud. (Ministerio de Agricultura, 2007)

$$F_f = \frac{A}{L_b^2} \quad (\text{adimensional}) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde,

L_b : longitud del curso de agua más largo (Km)

o **Parámetros de relieve**

El relieve del cauce principal es representado por el perfil longitudinal y puede ser cuantificado con parámetros que relacionan la altitud con la longitud del cauce principal. (Ministerio de Agricultura, 2007)

Pendiente media del cauce

Diferencia entre la elevación superior e inferior, y su longitud.

$$S = \frac{h_1 - h_2}{L_b} * 100 (\%) \quad \text{Ec. 3}$$

Donde,

h1: elevación del extremo superior del cauce principal. (m)

h2: elevación del extremo inferior del cauce principal. (m)

Lb: Longitud del curso de agua más largo (m)

Rectángulo equivalente

Transformación geométrica que determina la longitud mayor y la longitud menor de un rectángulo, y cuya área y perímetro son los correspondientes de la cuenca. (Ministerio de Agricultura, 2007)

$$Lxl = A (Km^2) \quad \text{Ec. 4}$$

$$2 x (L + l) = P (Km) \quad \text{Ec. 5}$$

Donde

L: medida del lado mayor del rectángulo equivalente (Km)

l: medida del lado menor del rectángulo equivalente (Km)

Altitud media de la cuenca

Se calculo mediante la ponderación de las áreas entre curvas.

$$\left(\sum_{i=1}^N C_i * A_i \right) / A (m) \quad \text{Ec. 6}$$

Donde,

C_i: Cota media del intervalo i (m)

A_i: Área entre las curvas de nivel del intervalo i ((Km²))

A: Área de la cuenca (Km²)

Pendiente media de la cuenca

La media ponderada de las pendientes que corresponde a la superficie se obtiene de multiplicar las curvas de nivel, por el

intervalo entre ellas y dividirlo para el área de la cuenca. (Ministerio de Agricultura, 2007)

$$I_p = \frac{L_0 * \Delta_h}{A} \quad (\%) \quad \text{Ec. 7}$$

Donde,

L_0 : longitud total de las curvas de nivel

Δ_h : Intervalo entre curvas de nivel

Coefficiente de masividad

Coefficiente que expresa la relación entre la altitud media y el área total de la cuenca.

$$C_m = \frac{H}{A} \left(\frac{m}{Km^2} \right) \quad \text{Ec. 8}$$

Donde,

H: altitud media de la cuenca (m)

A: área de la cuenca (Km²)

Curva Hipsométrica

Esta curva describe áreas acumuladas de manera porcentual por debajo y por encima de la curva de nivel.

Distribución de frecuencia

Distribución porcentual de las áreas comprendidas entre las curvas de nivel.

○ **Parámetros de drenaje**

Estos parámetros permiten dar un mejor entendimiento al funcionamiento del sistema de drenaje de la cuenca.

Orden de los ríos

Las de orden 1, son cauces sin ramificaciones, dos corrientes de orden 1 forman una de orden 2, dos de orden 2 forman una de orden 3, etc.

Frecuencia de ríos

Determinado por la razón entre el número total de ríos y el área de la cuenca, medida en ríos/Km²

Densidad de drenaje

Razón entre la Longitud total de los cauces, y el área total de drenaje, dentro de una cuenca.

$$Dd = \frac{L_t}{A} \text{ (Km/Km}^2\text{)} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde,

L_t : suma de longitudes de todos los cauces (Km)

A : área de la cuenca (Km²)

Extensión media del escurrimiento

Indica la distancia media, que el agua precipitada tendrá que escurrir para llegar al curso de agua.

$$d = \frac{A}{4 L_t} \text{ (m)} \quad \text{Ec. 10}$$

Coefficiente de Torrencialidad

Razón entre el total de cauces de orden 1 y el área de la cuenca.

$$Ct = \frac{\# \text{ cauces de orden 1}}{A} \text{ (rios/Km}^2\text{)} \quad \text{Ec. 11}$$

2.2.3 DATOS GEOLOGÍA

El levantamiento de la información geológica para el área de estudio se obtuvo del portal del IGM, el cual tiene a su disposición el mapa de formaciones geológicas, con sus respectivas descripciones de litología, edad, etc. Esta información se encuentra en formato "SAPE", la misma que fue procesada en el programa de computadora ARCGIS, para la delimitación de las formaciones geológicas en el área y vaso de la presa.

2.2.3.1 DATOS SISMICIDAD

Para el análisis sísmico que se debe realizar para la presa se debe seguir las consideraciones de factores de seguridad por corte F.S. corte, que es como se relaciona el esfuerzo cortante último resistente o esfuerzo cortante a la falla entre el esfuerzo cortante actuante. Teniendo en cuenta esto, existe una tabla de para F.S. al corte mínimo para diseño y para construcción. (NEC-SE-GC, 2015).

2.2.4 DATO HIDROLÓGICO

Para el estudio hidrológico se ha realizado la busque y obtención de datos a través del INAMHI y del INOCAR que son las entidades que se encargan de recolectar datos de precipitaciones, temperatura, aguajes entre otras actividades que se relación con la hidrología

Entre los conceptos principales para el estudio hidrológico se debe tener presente las nociones básicas muy importante como la precipitaciones, temperatura y caudal.

- **Precipitaciones**

La precipitación es el fenómeno meteorológico en el cual el agua cae sobre la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve entre otros como granizo. Para la que se ejecute la formación de la precipitación se necesita que grandes cantidades de agua en forma de vapor se eleven a la atmosfera, luego esta se enfríe y cierta parte de la Humedad se condense (Chow, 1994)

El análisis que se realiza a la precipitación es básico dentro de cualquier estudio hidrológico en cualquier región del mundo, y esto se debe a que es necesario cuantificar los recursos hídricos, debido a que forman parte del aporte a la cuenca, muchas veces hasta el único aporte. Es de suma importancia el análisis y el control de esta, pues es de gran ayuda para prever los diseños de algunas obras hídricas del dominio público o privado, estudios de erosión, inundaciones entre otros. (Romàn, 2004)

La precipitación se miden altura la cual sus unidades son milímetros (mm), en donde un milímetro de agua proveniente de la precipitación equivale a la altura obtenida por la caída de un litro de agua sobre la superficie de un metro cuadrado. En Ecuador, se utilizan instrumentos de medición como son los pluviómetros y los pluviógrafos que se encuentra ubicados en las estaciones meteorológicas del INAMHI para recolectar datos de lluvias. (INAMHI, 2017).

- **Temperatura**

La temperatura es una magnitud importante para el ciclo hidrológico, pues el sol al emitir radiación sobre la superficie del planeta tierra, de manera no uniforme, algunas zonas del planeta presentan cambios de temperatura entre el día y la noche, llegando a valores cercanos a 0°C hasta 40°C, estos cambios de temperatura involucran y afectan el estado atmosférico como lo conocemos, la rutina diaria que posee el ser humano hasta las corrientes oceánicas. (Tecnología, 2004)

Por otro lado, los datos obtenidos de temperatura por las entidades que se encarga de recolectar esta información lo realizan por medio de instrumento como el termómetro que se encuentra expuesto al aire y a la vez protegido por la radiación directa del sol. Lo usual en nuestro país es utilizar termómetros de que miden °C con decimas de grados. (INAMHI, 2017).

- **Caudal**

La mejor forma de introducir el concepto de caudal, es diciendo que es la cantidad de fluido que pasa en un cierto intervalo de tiempo a través de un área dada. Este término caudal, es una de las cantidades más importantes en el estudio hidrológico, pues principalmente es una cantidad que deseamos estimar, o los posibles cambios que puede existir debido a las alteraciones provocadas por el hombre. (Sergio Fattorelli, 2011)

Para el cálculo de caudal, la metodología que seguiremos es mediante información de las estaciones meteorológicas, estimar el caudal a través de la precipitación, área de aporte de la cuenca, el relieve topográfico del sitio. (Navarro Aguilera, 2007).

Utilizando el método racional que es el que se utiliza para estimar caudales máximos de diseño, en cual nos menciona algunas condiciones como que el intervalo de recurrencia debe ser mayor a 2 años, el área de la cuenca de aporte debe ser menor a 1000Km² y el tiempo de concentración menor a 6 horas. El método asume que la intensidad de precipitación es constante durante toda la tormenta y

uniforme en toda la cuenca (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente, 2011)

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3.6} \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

Q: Caudal (m^3/seg)

C: Coeficiente de escorrentía (típicamente entre 0.1 a 0.7)

I: intensidad de precipitación (mm/hora)

A: Superficie de la Cuenca (m^2)

2.2.5 DATOS NIVEL DE EMBALE

Se determino el volumen máximo de operación, para lo cual se realizó dos procedimientos, el primero la realización de una curva característica, que relaciona el volumen del embalse y la cota de terreno, y el segundo es mediante la utilización del programa de computadora Civil3D, la cual realiza una diferencia entre el terreno natural, y la cota máxima de operación del embalse.

También se determinó el volumen mediante el resultado del caudal determinado en el análisis hidrológico, y además considerando la evotranspiracion.

2.2.6 DATOS GEOTECNIA

Se realizaron ensayos de suelos, realizados en campo y en el laboratorio, para determinar las propiedades del suelo.

Para lo cual se realizaron ensayos en campo, primero para determinar la permeabilidad del suelo, y calicatas para recolección de muestras para realizar ensayos en el laboratorio.

Entre los ensayos realizados tenemos:

- **Permeabilidad in situ**

Se realizo el ensayo de permeabilidad mediante el infiltrometro de doble anillo, ensayo acorde con la norma ASTM D3385-03. Mediante este ensayo se obtuvo valores aproximados de la permeabilidad.

- **Calicatas**

Las calicatas permiten obtener muestras alteradas del suelo, y posteriormente realizar ensayos en el laboratorio. Además, permite observar los estratos que se encuentren por debajo de la superficie.

- **Granulometría**

Permite realizar el análisis del tamaño de los granos del suelo, esto se realiza mediante un proceso de tamizada. Una muestra de suelo representativa se seca, se pesa y posteriormente se hace pasar por una serie de tamices. Del ensayo de granulometría se obtiene el tamaño del agregado máximo, la distribución granulométrica del suelo y realizar la clasificación del suelo del material muestreado. (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

La guía para la realización de este ensayo es la norma ASTM D – 422.

- **Contenido de Humedad**

El contenido de humedad de un suelo en porcentaje es la razón entre el peso del agua que contiene la muestra y el peso de muestra seca. Se pesa la muestra de suelo húmeda en conjunto con el recipiente, y se coloca en el horno a 110 °C, hasta el siguiente día. (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970)

La guía para la realización de este ensayo es la norma ASTM D – 2216.

- **Límites de Atterberg**

Para obtener los límites líquido y plástico del suelo, se mezcla con agua una muestra de suelo, que ha sido pasada por el tamiz 40, para el límite líquido, se coloca en una cuchara de bronce, se enrasa, se realiza un abertura en la mitad de la muestra ya enrasada, y se comienza a girar la manivela, hasta que la parte que abertura realizada, haga contacto en el fondo de la muestra, y se toma nota del número de golpes. (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

La guía para realizar este ensayo es la norma ASTM D 4318.

El límite plástico se realiza, con parte de la muestra de límite líquido, se reduce la humedad del suelo, haciendo rodar la muestra sobre un material como vidrio, el ensayo se realiza hasta que la muestra no pueda rodarse hasta 3.2 mm de diámetro, se toma la muestra en este estado. (Laboratorio de Mecánica de Suelos, Rocas y Materiales., 2015).

La guía para la realización de este ensayo es la norma ASTM D – 4318.

- **Compactación Proctor**

Se determina la relación entre el contenido de agua, contenido de humedad óptimo y el peso unitario seco, densidad máxima seca, de suelos compactados en laboratorio. (Valle, 2009). La realización de este ensayo consiste en llenar un molde metálico por capas, 3 en total, y para cada capa se compacta, 25 golpes uniformemente distribuidos por cada capa, la última capa, se compacta y se enrasa su superficie, y el conjunto molde muestra de suelo, es pesado, y se toma una muestra que se coloca en un recipiente, se pesa este conjunto y se coloca en el horno a 110°C, con la finalidad de determinar el contenido de humedad.

La guía para la realización de este ensayo es la norma ASTM D – 1557.

- **Ensayo Triaxial no consolidado no drenado**

Este ensayo permite determinar los parámetros de resistencia al corte y el comportamiento de esfuerzos – deformación del suelo. Para este ensayo las válvulas de drenaje se cierran, y se aplica una presión hidrostática, como resultado se obtiene círculos de Mohr, el ángulo de fricción del material y la cohesión del suelo.

La guía para la realización de este ensayo es la norma ASTM 2850 – 95.

2.3 Consideraciones para el diseño

2.3.1 Elección del tipo de presa

- Presas homogéneas
Se caracterizan por tener un solo material, y este material debe ser impermeable, para que permite que se embalse y los taludes deben ser tendidos.
- De pantalla
Este tipo de presa se caracteriza por el material del cuerpo de la presa, el cual es permeable, como arena, grava, y en su interior se coloca una capa impermeable o pantalla, para impedir el paso del agua.
- Heterogéneas
Este tipo de presas tiene capas impermeables en su interior, el cual está protegido por capas permeables en su exterior, además que se constituye un material para los espaldones aguas abajo y para aguas arriba, ambos permeables, y protegiendo el núcleo.

2.3.2 Elección según el método de construcción

De acuerdo con el método constructivo las presas se pueden clasificar:

- Presa construida con Capas apisonadas
Consiste en colocar capas del material de la presa, compactarlas con la adecuada cantidad de agua, por lo que se realiza ensayos de Proctor al material antes de empezar la etapa de construcción, para determinar la humedad óptima y la densidad máxima seca. (Ferrufino & Moereira, 2006).
- Presas construidas mediante relleno hidráulico
Consiste en mizar y bombear el material desde la cantera, o lugar de préstamo, mediante tuberías, hasta el lugar de construcción.

2.3.3 Criterios para el diseño

Las presas de tierra, de proporcionar seguridad y estabilidad en la etapa del proyecto, construcción y operación. (Martínez Marín, Batanero Akerman, Martínez Gonzales, Martínez Olmos, & González Ordoñez, 1970). Por lo que se debe cumplir con lo siguiente:

1. No debe existir vertido sobre la corona de la presa, y de ser el caso se construye un aliviadero.
2. El tendido de los taludes debe proporcionar seguridad y estabilidad durante la construcción y operación.
3. La presa debe tener un borde libre adecuada y evitar el desbordamiento.

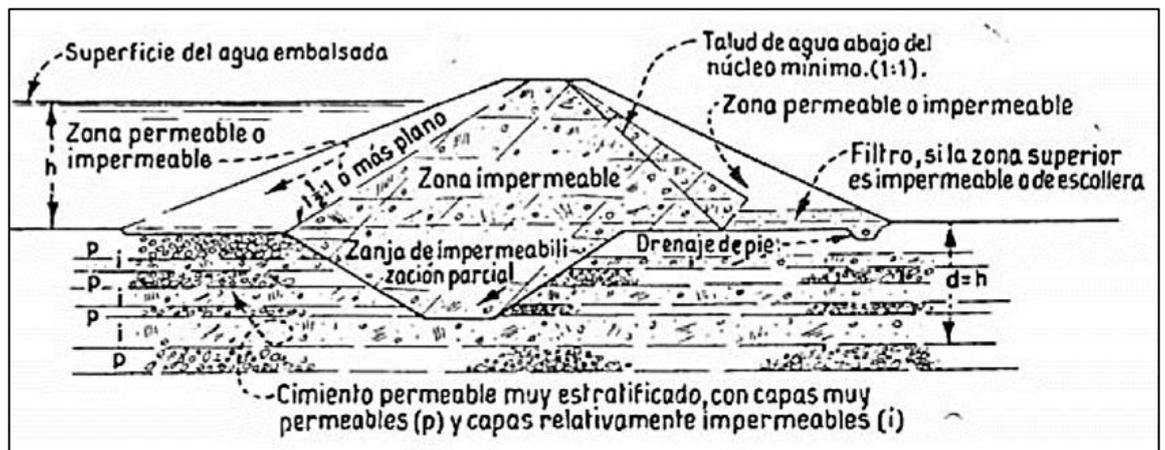


Figura 2.4 Sección típica de una presa de tierra. Fuente: (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

2.3.4 Zanjas de impermeabilización

Esta permite controlar la infiltración y asegurar que no se formen tubos de filtración en la cimentación de la presa. (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

El ancho para estas zanjas se determina mediante la siguiente relación:

$$W = h - d \quad \text{Ec. 13}$$

Donde,

W= ancho del fondo de la zanja

h= Altura de agua del embalse sobre la superficie

d= profundidad por debajo del terreno.

2.3.5 Talud de los espaldones

La inclinación de los espaldones de la presa de tierra tiene que ser estática y dinámicamente firme, y una primera aproximación para la inclinación del espaldón es la que plantea el autor (Sandoval Erazo, 2019).

$$m > \frac{1}{\tan \emptyset} \quad \text{Ec. 14}$$

donde,

\emptyset es el Angulo de fricción interna del material.

La inclinación de los espaldones aguas arriba de pequeñas presas de tierra, varía desde 2:1 hasta 4:1, normalmente se toma de 2 1/2:1 o 3:1. La inclinación se colocan más tendidos para eliminar excesivos gastos en su protección. (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

La inclinación para espaldones aguas debajo de la presa son de 2:1 cuando la presa se encuentra sobre zona permeable, y de 2 1/2 :1 cuando la presa es impermeable. La inclinación de los espaldones depende del tipo de material y del tipo de presa. (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

2.3.6 Borde libre

El borde libre, corresponde a la distancia vertical que hay entre la corona de la presa de tierra, y el nivel máximo del embalse. Para establecer un borde libre mínimo, se debe considerar que la presa no debe verter por la corona de la presa. (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

2.3.7 Impermeabilización del núcleo

De acuerdo a estudios realizados por (Blanco, Noval, Garcia, & Martín , 2013), se verifico el excelente funcionamiento de las geomembranas, por lo que en los últimos años se utiliza más los geotextiles y geomembranas, para utilizarlas como impermeabilizantes en núcleo o pantallas de presas. (Sandoval Erazo, 2019).

2.3.8 Corona de presa

Para determinar el ancho de la corona de la presa, se consideró los criterios expuestos por (Martinez Marín, Batanero Akerman, Martinez Gonzales , Martinez Olmos, & Gonzalez Ordoñez, 1970).

1. El tipo de material que se utilizó para la presa.
2. La altura de la presa
3. La importancia de la presa
4. La necesidad, de existir, para acondicionar la corona
5. Su posibilidad de construcción.

Además, se utilizó la siguiente fórmula para aproximar el valor del ancho de la corona.

$$w = h/5 + 3 \quad \text{Ec. 15}$$

Para facilidad de construcción con el equipo adecuado, la anchura mínima es de 3,5 metros. El ancho de corona también se pudo determinar con la tabla 2:3, y además con considerando recomendaciones realizadas por el Dr. Ing. Miguel Ángel Chávez.

Tabla 2.3 Ancho de Corona. Fuente: (Gobierno de la Ciudad de Mexico, 2008)

Altura	Ancho de corona
< 20	4 metros
20 a 40	2 + 0.1H
>40	10

2.3.9 Análisis de estabilidad de espaldones

2.3.9.1 Espaldones

Se define como espaldones a cualquier superficie que con respecto a la línea imaginaria horizontal tenga cierto grado de inclinación, la cual es adoptada por la superficie de suelo o tierra de forma permanente o de manera temporal. Según como se produce la inclinación, ya sea de forma natural, no intervino el ser humano, se le da el nombre de ladera,

mientras que los taludes son hechos por el hombre se le denomina taludes o cortes. (Angelone, 2003).

2.3.9.2 Equilibrio Límites y factor de seguridad

Para realizar el análisis de los movimientos de los taludes o laderas durante lo largo de los años se ha realizado la técnica de equilibrio límites. Este análisis información de la resistencia del suelo donde se realizará el análisis, esta técnica supone el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de una superficie de falla y el valor de este factor de seguridad de uno; este análisis se realiza a lo largo de la longitud de falla mediante división de la masa en lo que son tajadas o dovelas comúnmente conocidas. (Suarez, 1998).

A lo largo de años se ha realizado esfuerzos por diferentes autores y entidades para mejorar el sistema de para el análisis del equilibrio limite mediante dovelas, mediante software, de los cuales seleccionan parámetros de métodos realizados a través de los años, con el fin de tener cierto grado de precisión y mayor número de iteraciones.

Tabla 2.4 Métodos Utilizados para análisis de equilibrio Estático. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

Método	Superficie de falla	Equilibrio	Características
Bishop simplificado (Bishop 1955)	Circulares	De momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante entre dovelas son cero. Reduciendo el numero de incognitas. La solución sobredeterminada debido a que no se establecen condiciones de equilibrio para una dovela
Jambu Simplificado (Jambu 1968)	Cualquier Forma de superficie de falla	De Fuerzas	Al igual que Bishop asume que hay fuerza de cortante entre dovelas. La solución es sobredeterminada que no satisface completamente las condiciones de equilibrio de momentos. Sin embargo, Jambu utiliza un factor de corrección F_0 para tener en cuenta este posible error. Los factores de seguridad son bajos.
Spencer (Spencer 1967)	Cualquier Forma de superficie de falla	Momentos y Fuerzas	Asume que la inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada. Rigurosamente satisface el equilibrio limite estatico asumiendo que la fuerza resultante entre tajadas tiene una inclinación constante pero desconocida.

2.3.9.3 Factor De Seguridad

El factor de seguridad es que se emplea para conocer las condiciones en que se encuentra el talud para que exista una posible falla a través de las condiciones que se diseñan. Este factor no es nada más, que una

relación de la resistencia real, que se calcula del material y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posibles fallas, este está dado por la formulas. (Fellenius, 1936)

En el caso de las dovelas el factor de seguridad se lo obtiene mediante:

$$F.S. = \frac{\text{Fuerzas resistentes}}{\text{Fuerzas actuantes}} \quad \text{Ec. 16}$$

En el caso de que la superficie de falla sea circular, y exista un centro de giro y momentos resistentes y actuantes:

$$F.S. = \frac{\text{Momentos resistentes}}{\text{Momentos actuantes}} \quad \text{Ec. 17}$$

Otro criterio es dividir la masa a estudiar en una serie de tajadas, dovelas y partiendo de ahí considerar el equilibrio de cada uno de ellos por separado. Una vez realizada el análisis individual se realiza una sumatoria tanto de las fuerzas actuantes como fuerzas resistentes, también para los momentos, obteniendo así:

$$F.S. = \frac{\Sigma \text{Momentos resistentes}}{\Sigma \text{Momentos actuantes}} \quad \text{Ec. 18}$$

Esta fórmula, mencionado anteriormente, es la utilizada actualmente por los softwares para analizar los factores de seguridad de los diferentes métodos existentes, ya que realizan cálculos de elementos finitos a fin de tener una mayor precisión y mayor grado de seguridad para cálculo realizado.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción los factores de seguridad, los valores para los factores de seguridad para el análisis de estabilidad, de los estados límites de falla y servicio, brinda una tabla la cual será comparada con los valores obtenidos por el programa SLIDE con el fin de tener factores dentro del marco legal, y como lo certifica la NEC. (NEC-SE-GC, 2015).

Tabla 2.5 Factores de Seguridad Brindadas por la NEC – 2015. Fuente: (NEC-SE-GC, 2015)

CONDICIÓN	CONSTRUCCIÓN	ESTÁTICO	SISMO	PSEUDO ESTÁTICO
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de:				
Momento Resistente/Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	$\leq 1/6$	$\leq 1/6$	Diseño	$\leq 1/4$
Capacidad Portante	Ver Tabla 6			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00

2.3.9.4 Software SLIDE

SLIDE es un software de análisis de Estabilidad de taludes en 2D que utiliza métodos de equilibrio límite para cálculo de la estabilidad. El programa está enfocado para obras civiles es muy variado con respecto a los problemas geotécnicos, como estabilidad de terraplenes, presas, taludes en excavaciones en caso de mineras o en edificaciones, es decir, la carga ejercida por la edificación, efectos de cargas externas y sísmicas.

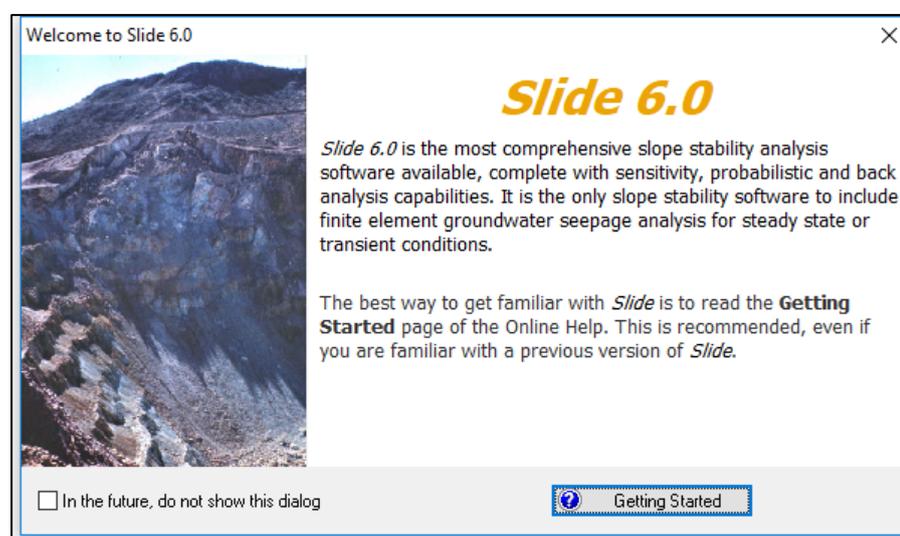


Figura 2.5: Programa SLIDE, ventana principal. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

SLIDE contiene en su programación varios métodos para analizar el equilibrio límite para la estabilidad de talud, de los cuales analizamos los métodos mencionados anteriormente.

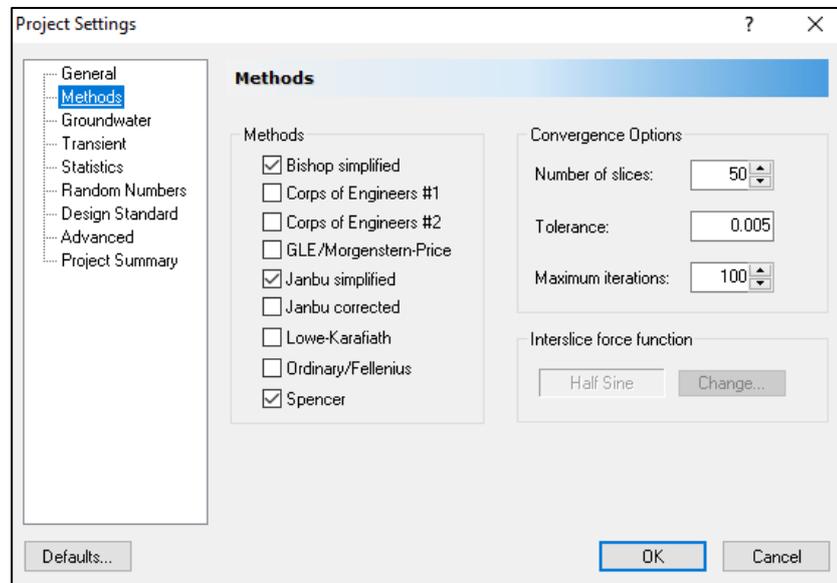


Figura 2.6: Métodos que contiene SLIDE para analizar el equilibrio de taludes.

Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

El análisis de la presa se realizó mediante los métodos mencionados y se obtiene los factores de seguridad del talud mediante tres formas sin agua, con agua y sismo.

2.3.10 Criterios para el diseño de aliviadero

El aliviadero es una estructura hidráulica que evacua excedentes debido al sobrevertido que puede existir sobre la corona de la presa. (Perez Campomanes, 2016).

En el diseño del aliviadero se consideró el nivel máximo de operación, el nivel máximo extraordinario del embalse y las recomendaciones realizadas por parte del Dr. Ing. Miguel Ángel Chávez para el dimensionamiento de este.

Se estimó el coeficiente de rugosidad de Manning, para el cual se considerará como un canal sin revestimiento cuyo coeficiente tiene un valor de 0.017. (Rodríguez Ruiz, 2008). Y además considerando la seguridad a

los taludes del terreno, el cual está en función del tipo de material donde se construirá el aliviadero. (Rodríguez Ruiz, 2008).

2.4 Obras adicionales

2.4.1 Criterios de diseño del tanque de almacenamiento de Agua Potable.

Para el diseño de tanque de hormigón armado, nos basamos en la normativa internacional (American Concrete Institute. ACI 350, 2001), y (American concrete Institute. ACI 350.1, 2001), la cual presenta criterios para el dimensionamiento, análisis estructura, análisis sísmico y requerimientos mínimos para acero de refuerzo estructural.

2.4.2 Reubicación de lagunas de Oxidación

Las lagunas de Oxidación, identificadas en el área de estudio serán reubicadas, debido a que se colocó la presa sobre estas.

Para identificar la ubicación, se analizó el plano topográfico realizado, Plano 1, seleccionando la ubicación en áreas que no se encuentren ocupadas por cultivos, propiedades privadas o en el cierre de una subcuenca.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La presa colinar que se diseñó corresponde a la alternativa A, el cual obtuvo la mayor puntuación.

3.1 Información técnicas procesadas

El área para realizar los estudios detallados se procedió a realizar un análisis aplicado en función de las siguientes descripciones ingenieriles.

3.1.1 TOPOGRAFÍA

Mediante de equipos topográficos de alta precisión denominado GPS diferencial se realiza el levantamiento topográfico del área del vaso o reservorio y el sitio de emplazamiento de la presa

Cabe señalar que el área más conveniente para emplazar el dique de la presa esta actualmente ocupado por dos piscinas de oxidación, en donde se bombea las aguas servidas que se produce en la población.

En el sitio de presa también se tiene cultivos de críticos y banano los cuales son regados por los guas provenientes de las lagunas de Aguas Servidas Este es un hecho preocupante debido a que la producción que se obtiene con esas aguas contaminadas probablemente se esté utilizando en el balneario de Ayangué.

Dando resultado del levantamiento se obtuvo un plano topográfico detallado con curvas de nivel cada metro, el cual permite conocerse el vaso, sitio de presa y los empotramientos colocar. En el Plano 1, se puede observar emplazamiento de las áreas del proyecto.



Figura 3.1 Levantamiento Topográfico con GPS diferencial y GPS de mano. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Con la información obtenida del levantamiento topográfico se realizó el plano de emplazamiento del proyecto, en el cual se delimitaron todas las áreas que ocupará el embalse. **Plano. 1.**

3.1.2 GEOMORFOLOGÍA

Se realizó un mapa de las formaciones geomorfológicas que se encuentran en el área de embalse, la cual se resume en la tabla 3:1. Mediante el programa ArcGIS, se generó el Mapa 2, formaciones Geomorfológicas.

Tabla 3.1 Características Geomorfológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

REGION	FORMACION GEOMORFOLOGICA	SIMBOLO	AREA (Ha)	%
Costa	Terraza alta	Fv2	58.70	9.51%
	Mesas	Me	234.51	38.01%
	Cuestas	Cu	103.52	16.78%
	Colinas altas	C3	225.03	36.47%

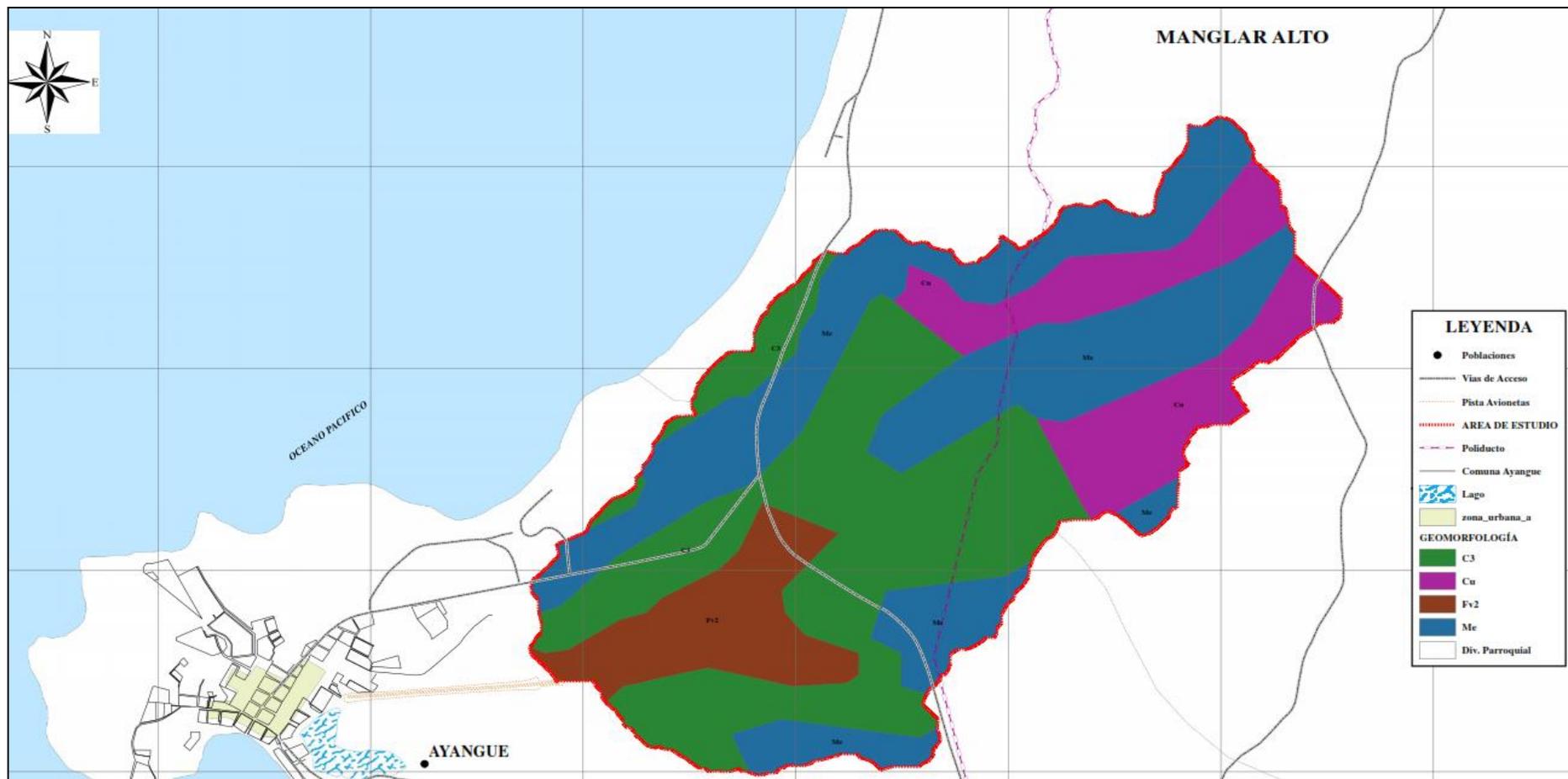


Figura 3.2 Formaciones Geomorfológicas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Se delimitó la cuenca en el programa de ARCGIS, figura: 3.3, para la cual se determinó los parámetros importantes y característicos, en la tabla 3:2, se presenta el resumen de los parámetros geomorfológicos de la cuenca del área de estudio.

El resumen de los cálculos de los parámetros de geomorfología de la cuenca se presenta en el **Apéndice B**.

Tabla 3.2 Parámetros de la Cuenca de Drenaje. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

PARAMETRO			UND	NOMENCLATURA	Optima	
Superficie de la cuenca			Km2	At	6,18	
Perimetro			Km	P	16,00	
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		-	$Kc = 0.28 P / (At)^{1/2}$	1,816
		FACTOR DE FORMA	Longitud de la Cuenca	Km.	LB	4,02
			Ancho Medio de la Cuenca	Km.	$AM = At / LB$	1,536
			Factor de Forma	-	$Kf = AM / LB$	0,382
	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor		Km.	$Kc*(\pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/\pi*Kc^2))$	5,136
		Lado Menor		Km.	$Kc*(\pi*A)^{1/2}/2*(1-(1-4/\pi*Kc^2))$	0,612
SISTEMA DE DRENAJE	Grado de Ramificación	Longitud Total		Km.	Orden 1	10,83
				Km.	Orden 2	6,37
				Km.	Orden 3	4,01
				Km.	Orden 4	0,68
				Km.	Orden 5	0,00
				Km.	Orden 6	0,00
	NÚMEROS DE CAUCES PARA LOS DIFERENTES GRADOS DE RAMIFICACION		-	Orden 1	63,00	
			-	Orden 2	47,00	
			-	Orden 3	33,00	
			-	Orden 4	6,00	
			-	Orden 5	0,00	
			-	Orden 6	0,00	
	Longitud total de los cauces de diferentes grados		Km.	Lt	21,89	
	Números de cauces de orden 1		-	N° Cauce	149,00	
	Longitud del cauce principal		Km.	Lc	4,02	
	Densidad de Drenaje		Km/Km2	$Dd = Lt/At$	3,54	
Extension media de ensanchamiento superficial		m	$Es = At/4Lt$	70,55		
Coeficiente de Torrencialidad		Cauce/Km2	$Ct = N° \text{ orden } 1 / At$	1,75		
Frecuencia de los cauces		Cauce/Km2	$Fr = N° \text{ Cauce } / At$	24,12		

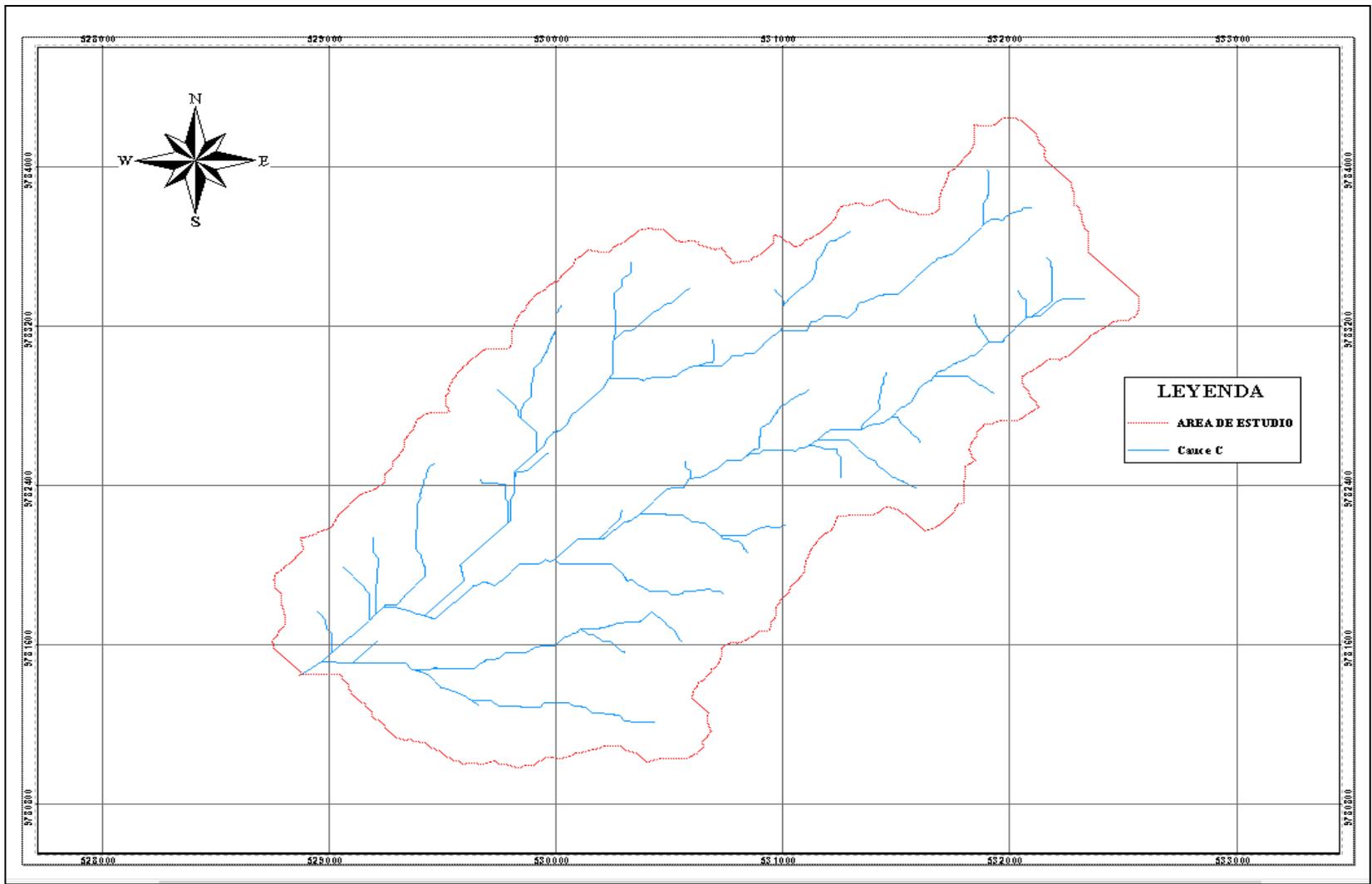


Figura 3.3 Cuenca del Área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

3.1.3 GEOLOGÍA

En el sitio de presa se tiene formaciones geológicas de cuaternario-Pleistoceno. Denominado Tablazo (Qt) que estas formaciones geológicas que aparecen en los bordes y partes más elevadas del vaso y sitio de presa incluyen conglomerados, areniscas y bancos calcáreos.

Parte del Cuaternario también son los depósitos aluviales que se tienen en la parte más baja y plana del área de presa.

En el sitio de presa no se pudo observar la formación Tosagua, pero se conoce que esta debajo de la formación tablazo, esta formación es la que más se presenta en la cuenca de drenaje.

La tabla 3.3. se tiene las formaciones geológicas que se encuentra en todo el entorno y la figura 3.4 se encuentra el mapa Geológico en la cuenca de drenaje del proyecto.

Mediante el uso de ArcGIS, se generó el Mapa 3, formaciones Geológicas.

Tabla 3.3 Formaciones Geológicas en el área de estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

EDAD		FORMACIÓN	SIMBOLO	LITOLOGIA	AREA (Ha)
CUATERNARIO	HOLOCENO	TABLAZO	QT	CONGLOMERADOS, ARENAS, ARENISCAS Y BANCOS CALCAREOS	268.65
	PLEISTOCENO				
	-	ALUVIAL	Da	DEPOSITO ALUVIAL	82.90
NEÓGENO	MIOCENO	TOSAGUA	O2-M2	ARCILLAS CAFE-CHOCOLATE, ARENISCAS, INTERCALACIONES DE VETILLAS DE YESO	188.27
PALEÓGENO	OLIGOCENO				
		ZAPOTAL	O TZ	ARENISCAS, BANCOS DE CONGLOMERADOS Y LUTITA	81.94

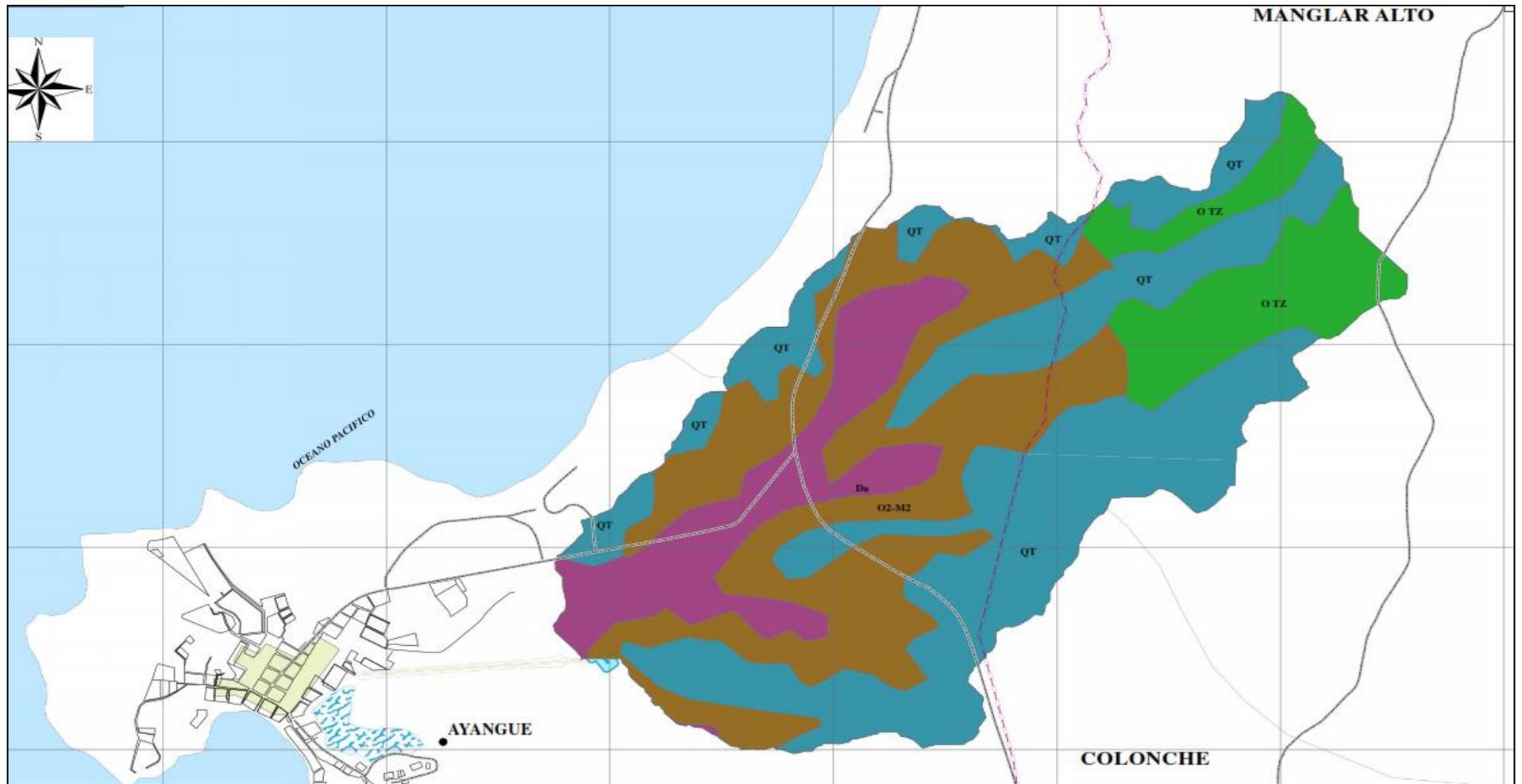


Figura 3.4 Formaciones Geológicas en el Área de Estudio. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

3.1.3.1 SISMICIDAD

La carga sísmica y condiciones del suelo se seleccionaron de en relación con la ubicación de La comuna, Provincia de Santa Elena, se identificó la zona sísmica y factor de zona Z, este último representa a aceleración máxima esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, como lo podemos ver en el siguiente gráfico. (NEC-SE-DS, 2015).

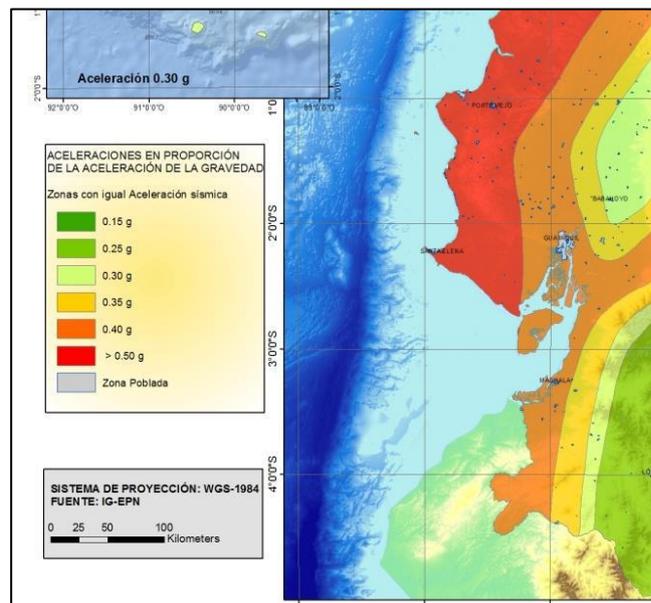


Figura 3.5 Zona y factor sísmicos. Fuente: (NEC-SE-DS, 2015)

Se utilizó para el análisis sísmico de los espaldones de la presa, el factor de 0.5 g.

Se consideró los factores de seguridad por corte mínimo, los establecidos en la norma ecuatoriana de la construcción.

En la siguiente figura se establece los factores de seguridad mínimos.

Tabla 3.4 Factor de Seguridad por corte mínimo. Fuente: (NEC-SE-GC, 2015)

Condición **	Fscorte Mínimo	
	Diseño	Construcción
Carga Muerta+Carga Viva Nominal	1.5	1.25
Carga Muerta+ Carga Viva Máxima	1.25	1.1
Carga Muerta+ Carga Viva Nominal + Sismo de diseño Pseudo estático	1.1	1.00 *
Taludes - condición estática y Agua Subterránea Normal	1.5	1.25
Taludes - condición pseudo estática con agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de diseño	1.05	1.00 *

Se realizó el análisis pseudo estático de la demanda sísmica, que deberá ser 60% de la aceleración en el terreno.

$$Kh = 0.6 * a_{max} \quad Ec. 19$$

Donde:

Kh: Coeficiente lateral sísmico

a_{max} : Aceleración con respecto a la aceleración de la gravedad

$$Kh = 0.6 * 0.5 \quad Ec. 20$$

$$Kh = 0.3 \quad Ec. 21$$

Este coeficiente lateral sísmico sirvió para colocarlo en el programa SLIDE, y según los parámetros de agua, pendiente del talud, geometría del talud, nos dará nuestro F.S. al corte como lo recomienda (NEC-SE-DS, 2015).

3.1.4 HIDROLOGÍA

La información meteorológica que corresponde al proyecto que se está realizando, se presenta a continuación en función de sus parámetros más importantes. Cabe notar que los principales objetivos de este análisis permiten determinar:

- **Temperatura**

De la recolección de información, se obtuvo la siguiente gráfica, en la que representa la variación de temperatura en el periodo de 2010 al 2018.

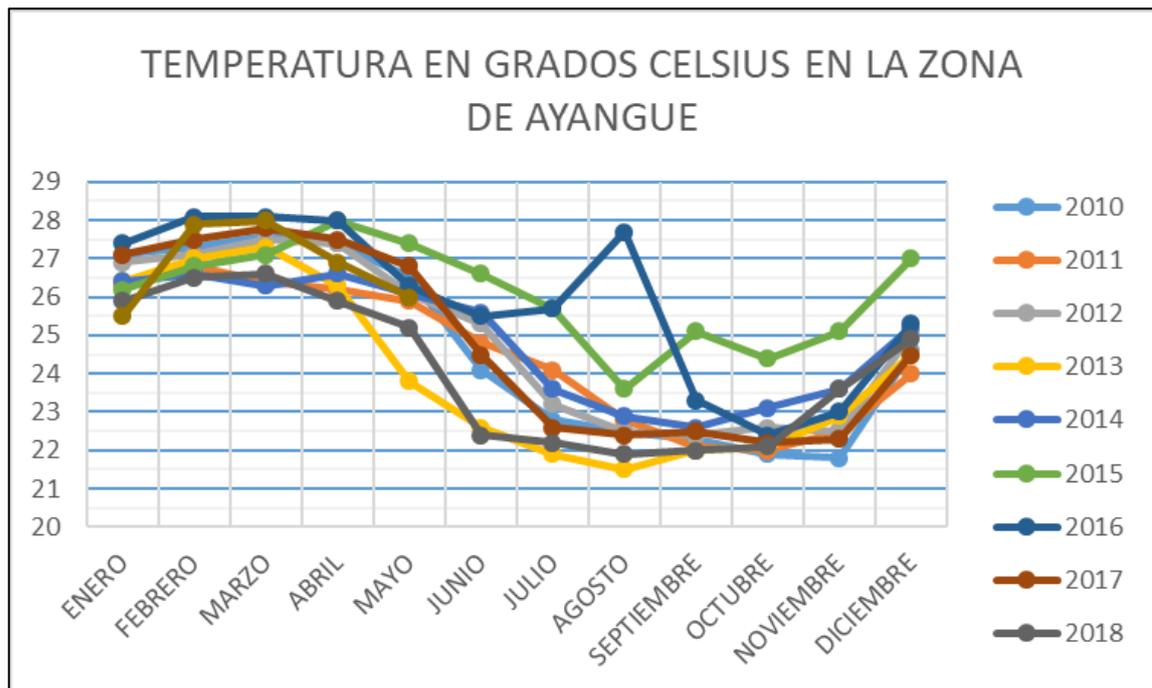


Figura 3.6 Variación de Temperatura Comuna de Ayangue. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

○ **Precipitación**

El análisis que se realizó para hacer las proyecciones para los tiempos de retorno según lo recomienda deben estar en el rango de 100 a 10000 años (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente, 2011)

Mediante los datos de precipitaciones mensuales que se recolectó del INAMHI, de los anuarios meteorológicos desde 1990 hasta el año 2014. De esta manera teniendo los valores de precipitación de todos los meses, disponibles, se realizó el procedimiento de llenar datos faltantes mediante el procedimiento en donde indica, los datos faltantes pueden ser estimados en base a datos observados en las estaciones aledañas.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1990	14.56	20.33	16.53	9.20	0.00	0.00	0.00	2.40	1.00	2.00	0.00	0.00	20.33 (FEB)
1991	16.40	159.60	7.40	1.10	0.30	0.40	1.00	3.00	0.00	4.10	0.00	1.10	159.60 (FEB)
1992	2.50	30.50	233.50	271.10	12.10	4.10	0.50	1.00	0.00	1.50	3.10	0.00	271.10 (MAR)
1993	32.54	144.94	89.65	23.34	3.93	8.55	5.89	2.65	1.46	4.12	6.10	2.89	144.94 (FEB)
1995	14.70	56.20	9.90	0.00	13.50	0.00	0.00	2.20	3.10	11.60	5.30	2.00	56.20 (FEB)
1996	14.50	43.20	27.50	4.70	12.70	7.20	9.20	2.00	0.00	3.50	6.40	5.20	43.20 (FEB)
1997	29.42	53.47	89.61	9.60	4.09	0.60	0.00	0.00	4.93	5.57	131.72	329.37	329.37 (DIC)
1999	14.30	168.20	36.00	36.80	15.00	11.40	7.50	17.50	0.00	7.70	10.10	7.20	168.20 (FEB)
2003	38.10	95.80	34.30	44.60	27.40	0.00	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.80 (FEB)
2004	21.10	59.50	4.60	5.90	16.00	0.00	0.00	2.90	0.90	0.00	0.00	0.10	59.50 (FEB)
2005	0.00	33.00	9.50	19.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.80	0.00	0.00	33.00 (FEB)
2006	28.30	86.60	17.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.60 (FEB)
2007	35.40	0.00	60.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	0.00	60.40 (MAR)
2010	42.00	63.00	9.10	95.60	106.10	0.00	7.50	1.50	0.00	19.30	9.30	20.80	106.10 (MAY)
2011	21.90	30.40	0.00	63.40	0.00	2.70	2.50	8.90	1.90	3.50	0.00	0.80	63.40 (ABR)
2012	217.50	124.50	101.30	48.50	7.00	0.00	0.50	0.90	5.10	2.30	5.90	4.20	217.50 (ENE)
2013	68.00	134.60	221.20	0.00	0.00	13.80	0.00	0.00	0.00	11.70	4.20	0.00	221.20 (MAR)
2014	71.50	34.80	4.00	3.60	5.70	0.20	4.10	3.40	10.00	7.90	0.50	2.50	71.50 (ENE)
MAX	217.50	168.20	233.50	271.10	106.10	13.80	9.20	17.50	10.00	19.30	131.72	329.37	329.37

Figura 3.7 Precipitaciones mensuales. Estación Colonche. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Se realizó la tabla entre el tiempo de duración de la lluvia, y la precipitación máxima.

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	108.9205	195.1690	252.2731	324.4242	377.9500	431.0806	553.8573
18 hr	X18 = 91%	99.1176	177.6038	229.5685	259.5393	343.9345	392.2833	504.0101
12 hr	X12 = 80%	87.1364	156.1352	201.8184	259.5393	302.3600	344.8645	443.0858
8 hr	X8 = 68%	74.0659	132.7149	171.5457	220.6084	257.0060	293.1348	376.6230
6 hr	X6 = 61%	66.4415	119.0531	153.8866	197.8988	230.5495	262.9592	337.8529
5 hr	X5 = 57%	62.0847	111.2463	143.7956	184.9218	215.4315	245.7159	315.6987
4 hr	X4 = 52%	56.6386	101.4879	131.1820	168.7006	196.5340	224.1619	288.0058
3 hr	X3 = 46%	50.1034	89.7777	116.0456	149.2351	173.8570	198.2971	254.7744
2 hr	X2 = 39%	42.4790	76.1159	98.3865	126.5254	147.4005	168.1214	216.0043
1 hr	X1 = 30%	32.6761	58.5507	75.6819	97.3273	113.3850	129.3242	166.1572

Figura 3.8 Precipitación Máxima para diferentes tiempos de duración de lluvias.

Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Realizando el respectivo cálculo, pasamos a obtener valores de Intensidad duración para los diferentes tiempos de retorno.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	4.54	8.13	10.51	13.52	15.75	17.96	23.08
18 hr	1080	5.51	9.87	12.75	14.42	19.11	21.79	28.00
12 hr	720	7.26	13.01	16.82	21.63	25.20	28.74	36.92
8 hr	480	9.26	16.59	21.44	27.58	32.13	36.64	47.08
6 hr	360	11.07	19.84	25.65	32.98	38.42	43.83	56.31
5 hr	300	12.42	22.25	28.76	36.98	43.09	49.14	63.14
4 hr	240	14.16	25.37	32.80	42.18	49.13	56.04	72.00
3 hr	180	16.70	29.93	38.68	49.75	57.95	66.10	84.92
2 hr	120	21.24	38.06	49.19	63.26	73.70	84.06	108.00
1 hr	60	32.68	58.55	75.68	97.33	113.39	129.32	166.16

Figura 3.9 Intensidad de lluvia a partir de precipitaciones máximas diarias, según su duración y frecuencia. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Obteniendo la gráfica de las Curvas IDF Intensidad Duración y Frecuencia para la estación meteorológica de Colonche.

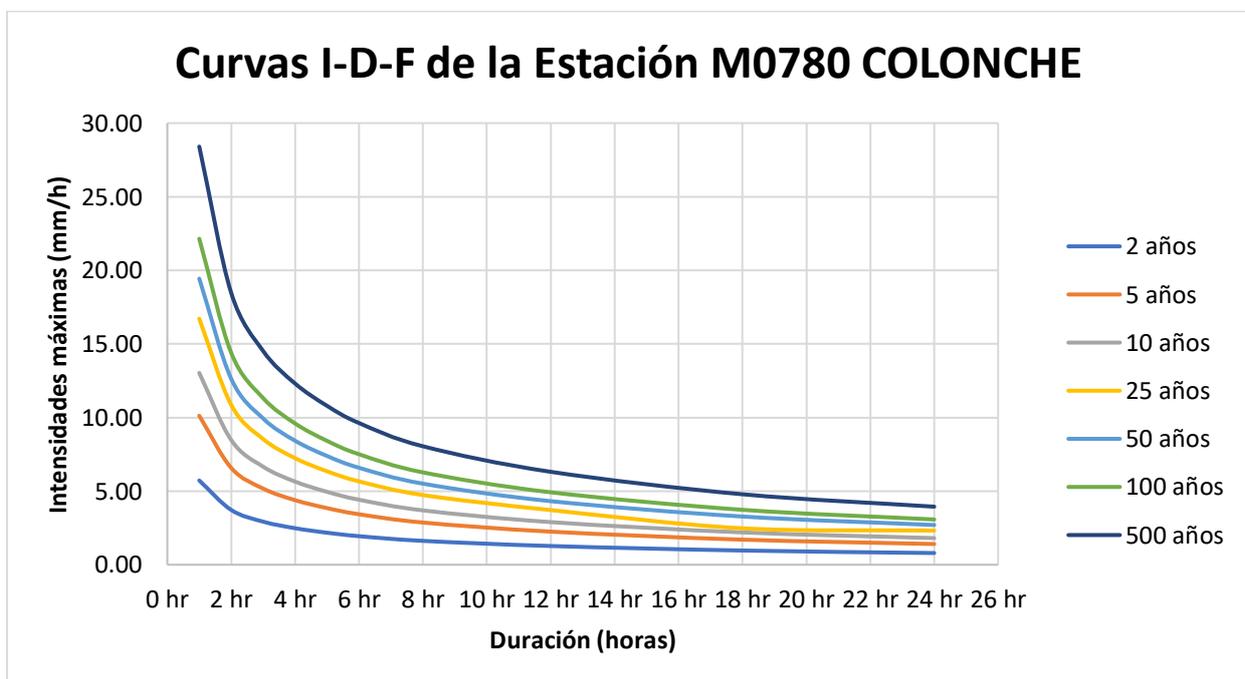


Figura 3.10 Curvas IDF de la estación Meteorológica de Colonche. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

Considerando un período de retorno de 100 años, una lluvia promedio de 12 horas se obtiene, una precipitación de 28.74 mm/h. Lo cual servirá para realizar el cálculo.

A partir del método racional se determinó el caudal de diseño. Para obtener coeficiente de escorrentía según la característica del suelo para un periodo

de retorno de 100 años y para un área no desarrollada con pastizales promedios podemos ver en la gráfica el valor requerido.

Características de la superficie	PERÍODO DE RETORNO (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2 %	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7 %	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7 %	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7 %	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2 %	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7 %	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7 %	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Áreas de cultivos							
Plano, 0-2 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7 %	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7 %	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7 %	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2 %	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7 %	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Figura 3.11 Coeficiente de escorrentía. Fuente: (Chow, 1994).

Se obtiene un valor de $C = 0.49$ lo cual lo utilizaremos en el cálculo del caudal máximo de diseño. Reemplazando estos valores:

$$Q = \frac{0.49 \cdot 28.74 \cdot 6.18}{3.6} \quad \text{Ec. 22}$$

$$Q = 24.18 \frac{m^3}{seg} \quad \text{Ec. 23}$$

Obteniendo así un valor de caudal máximo de $24.18 \text{ m}^3/\text{seg}$ para un periodo de retorno de 100 años y un área de la cuenca de 6.18 km^2 .

3.1.5 NIVEL DE EMBALSE

Se realizó la curva de volumen de embalse en función de la elevación del terreno, figura 3:12, para determinar el volumen máximo de operación, el cual está en la cota 18 m.s.n.m. como también mediante programa de computadora se calculó el volumen de embalse, la diferencia entre el terreno natural y la cota máxima de embalse.

Tabla 3.5 Calculo del Volumen máximo de operación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Elevación (m)	Área Parcial (m ²)	Área acumulada (m ²)	Área Promedio (m ²)	Vol. Parcial (m ³)	Vol. Acumulado (m ³)
9	0	0	0	0	0
10	65219	65219	32610	32610	32610
11	86219	151438	75719	75719	108329
12	110197	261635	98208	98208	206537
13	139217	400853	124707	124707	331244
14	164157	565009	151687	151687	482931
15	23120	588130	93639	93639	576570
16	260024	848154	141572	141572	718142
17	294153	1142306	277088	277088	995230
18	386693	1528999	340423	340423	1497213

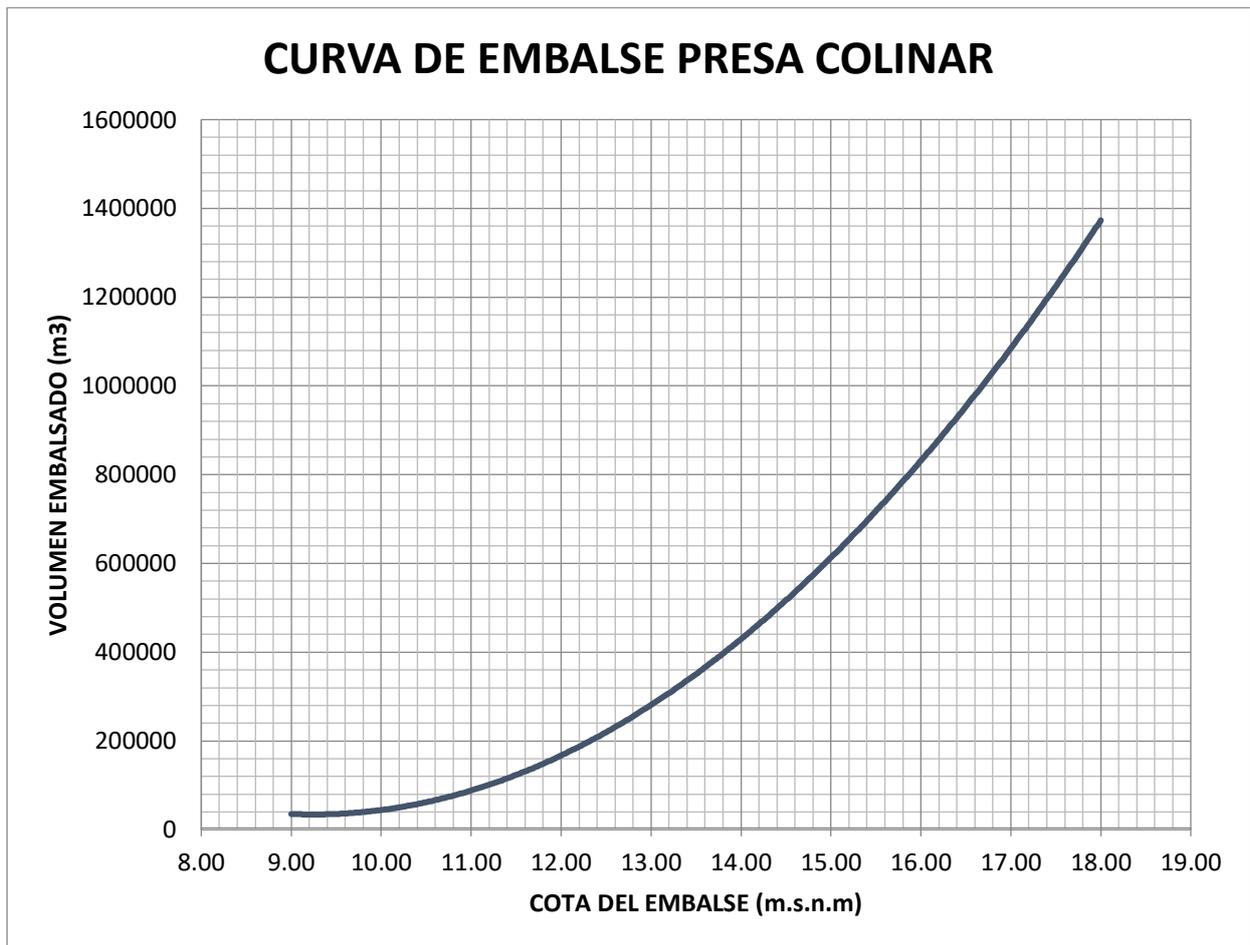


Figura 3.12 Curva Volumen de embalse vs Cota de terreno. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Mediante el programa de computadora se determinó el volumen máximo de embalse en la cota máxima de operación. Este volumen es de 1,497,411.40 m³. En el **Apéndice C**, se presenta el resumen del cálculo del volumen de embalse.

Con caudal obtenido en la sección anterior, se realizó la gráfica de intensidad, caudal y volumen en función del tiempo. Mediante Estas graficas se determinó el volumen del embalse en m³ por día.

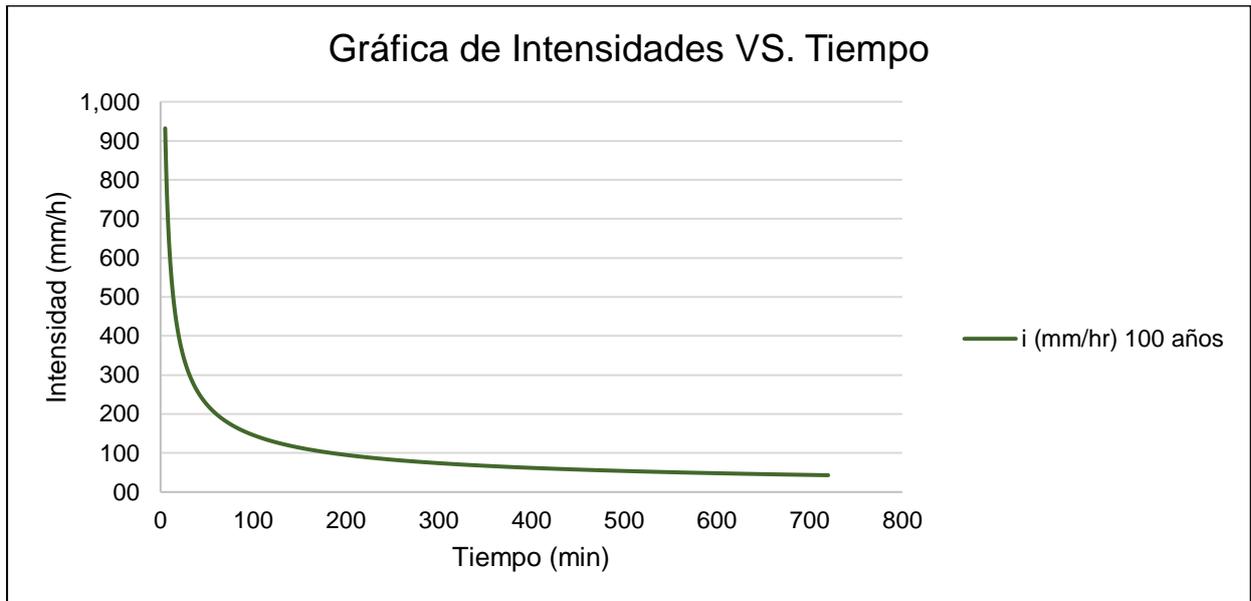


Figura 3.13 Intensidad (mm) vs Tiempo (min) para un periodo de retorno de 100 años. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

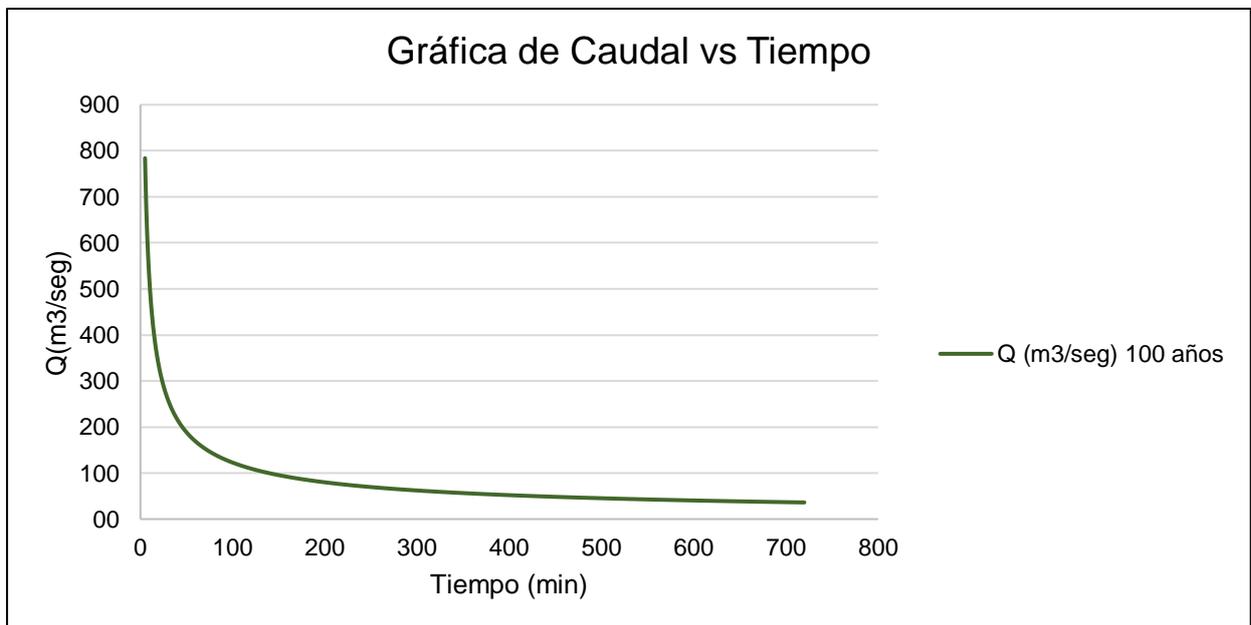


Figura 3.14 Caudal (m³/seg) vs Tiempo (min) para un periodo de retorno de 100 años. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

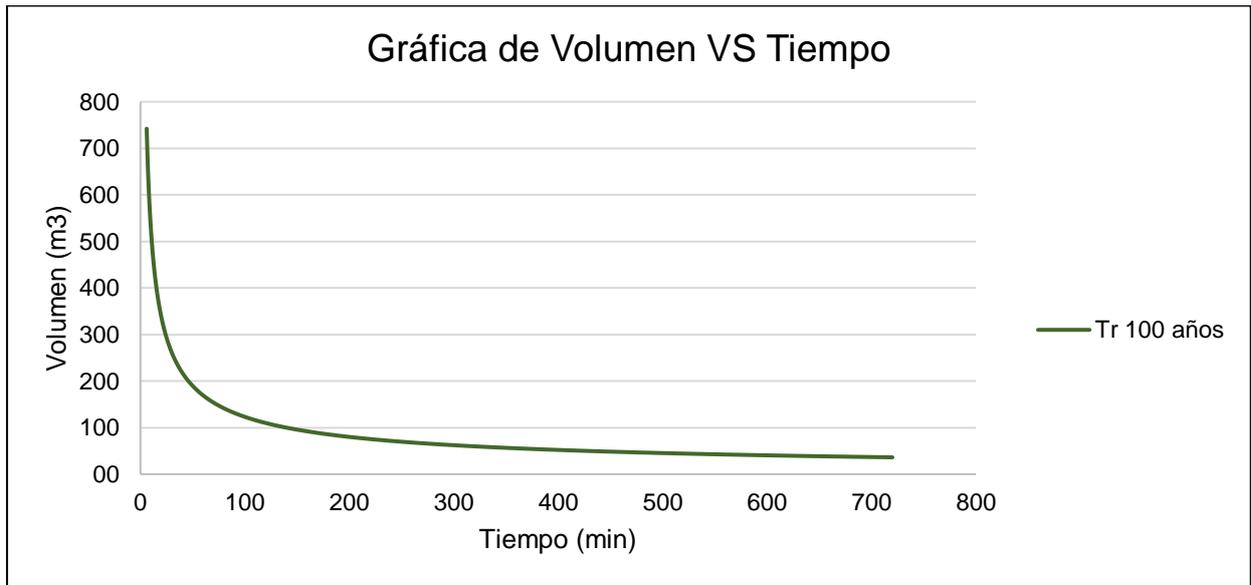


Figura 3.15 Volumen (m³) vs Tiempo (min) para un periodo de retorno de de 100 años. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

En la figura 3:16 se presenta el volumen del embalse en m³ por día, por lo que considerando que la temporada de invierno es de 4 meses, pero debido a que la intensidad puede variar, por lo que se estima que serán necesarias 26 lluvias con esta intensidad, para llenar el embalse, cota máxima 18 m.s.n.m.

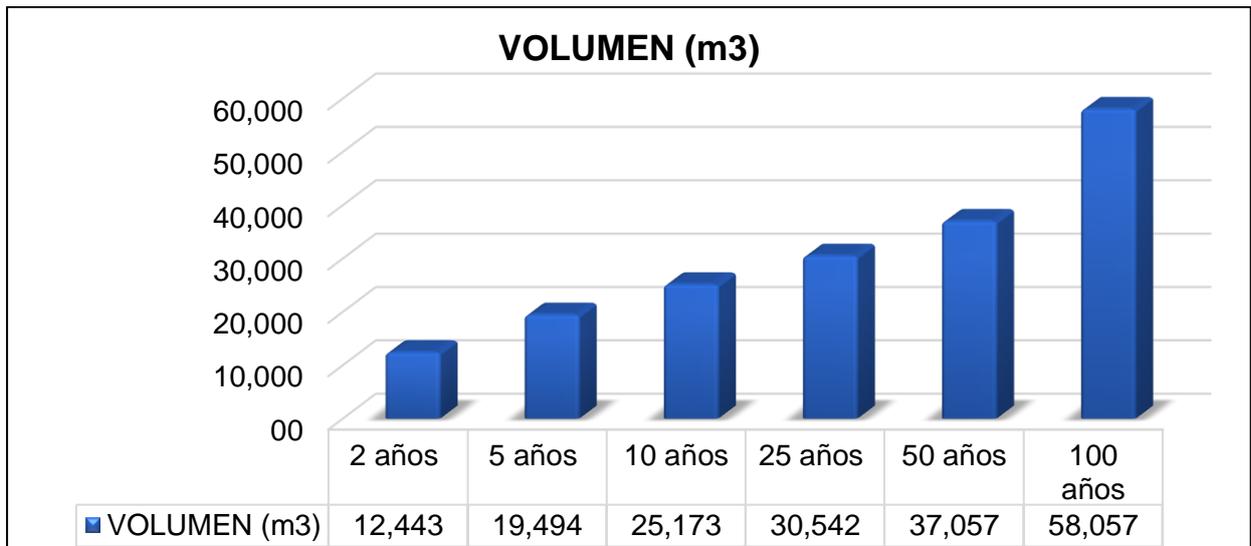


Figura 3.16 Volumen del embalse (m³/día). Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

En la tabla 3.6, se presenta cada periodo de retorno, los días necesarios para llegar a la altura máxima de embalse, y a la altura óptima.

Tabla 3.6 Días necesario para llegar a un nivel de embalse. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)
(Calderón & Mata, 2019)

Cota m.s.n.m	Número de días para para llegar a la cota indicada					
	Tr 2 años	Tr 5 años	Tr 10 años	Tr 25 años	Tr 50 años	Tr 100 años
18	120	77	59	49	40	26
16 (óptima)	58	37	29	24	19	12

3.1.6 GEOTECNIA

- Permeabilidad en campo

Se realizo un ensayo de permeabilidad en campo, con el infiltrometro de doble anillo, de cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 3.7 Tabla de resultados del ensayo de Infiltración. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

TIEMPO	WATER LEVEL		TIEMPO ACUMULADO	INTERVALO DE TIEMPO [min]	INFILTRACION [cm]	INFILTRACION ACUMULADA [cm]	VELOCIDAD INFILTRACION [cm/min]	VEL. INFILTRACION ACUMULADO [cm/min]	VEL. INFILTRACION ACUMULADO [cm/hr]
	BEFORE READING	AFTER READING							
12:31	170,00	-	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12:34		172,30	3	3	2,30	2,30	0,77	0,77	46,00
12:37		173,60	6	3	3,60	5,90	1,20	0,98	59,00
12:40	170,00	174,80	9	3	4,80	10,70	1,60	1,19	71,33
12:43		171,20	12	3	1,20	11,90	0,40	0,99	59,50
12:46		173,10	15	3	3,10	15,00	1,03	1,00	60,00
12:51	167,50	174,70	20	5	4,70	19,70	0,94	0,98	59,10
12:56		169,10	25	5	1,60	21,30	0,32	0,85	51,12
13:01		170,10	30	5	2,60	23,90	0,52	0,80	47,80
13:11		173,80	40	10	6,30	30,20	0,63	0,76	45,30
13:21		176,60	50	10	9,10	39,30	0,91	0,79	47,16

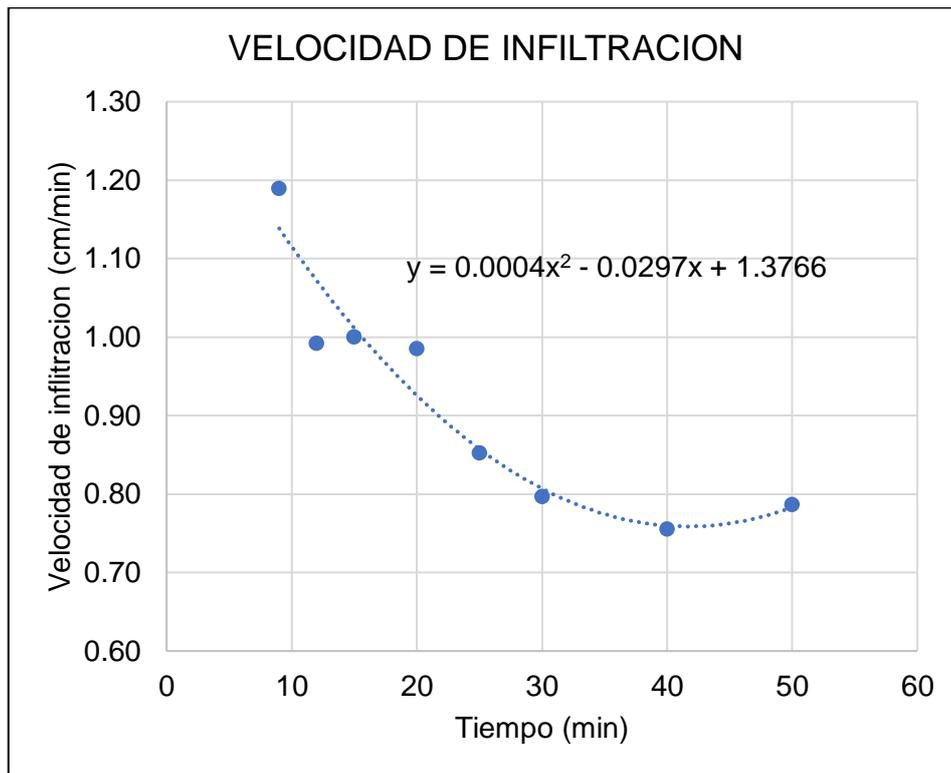


Figura 3.17 Curva de Velocidad de Infiltración. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

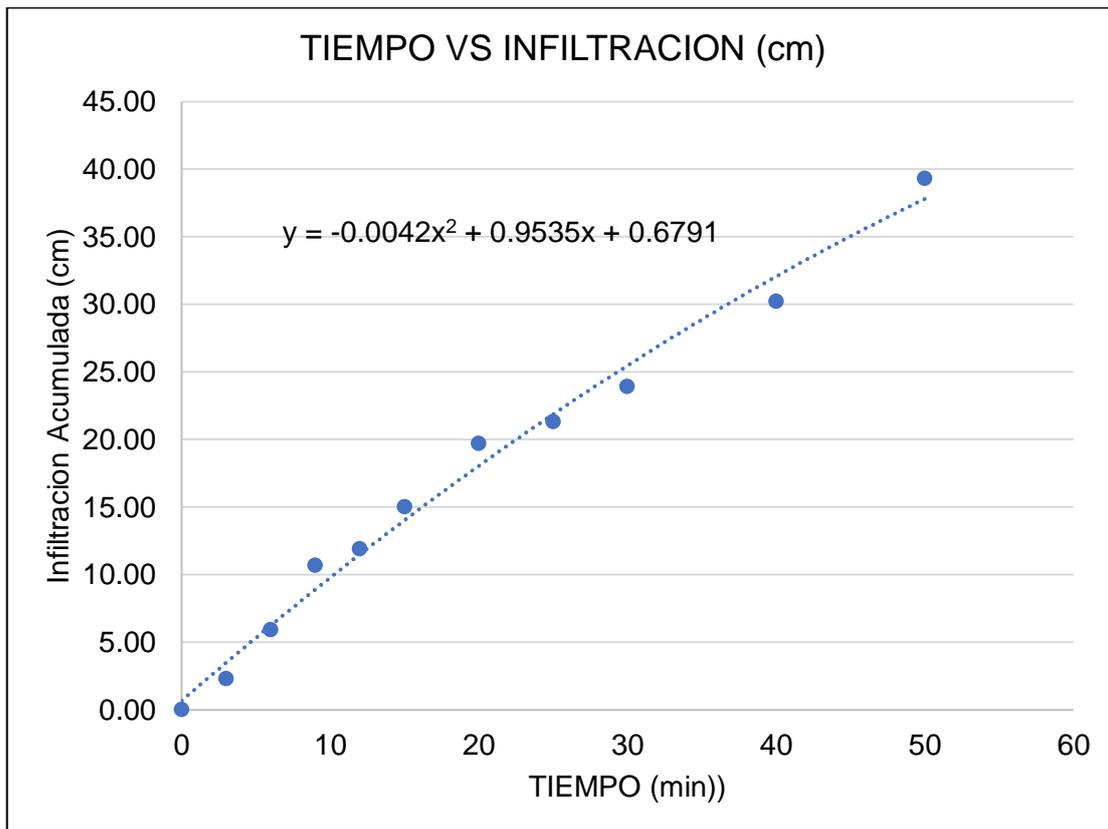


Figura 3.18 Cuerva de Tiempo vs Infiltración. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

- **Calicatas**

Se realizo calicatas para la obtención de las muestras alteradas del suelo, las calicatas fueron colocadas en el área del embalse, con la finalidad de obtener las características de este.

En la siguiente imagen se presenta las calicatas que se realizaron.



Figura 3.19 Calicatas 4. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

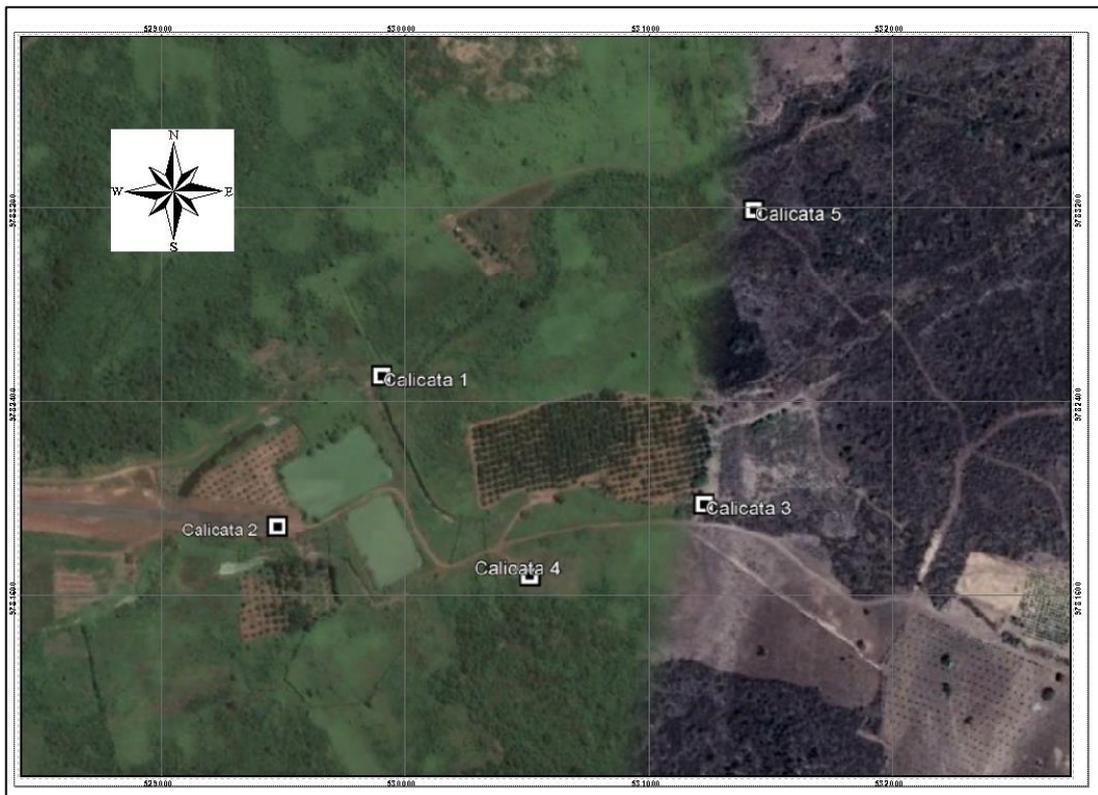


Figura 3.20 Calicatas Realizadas. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

- **Granulometría**

De las muestras suelos que se recolectaron, se realizó este ensayo, para determinar el tamaño del agregado, en la figura 3:22 se presenta

los resultados del material que se utilizara para la conformación de la presa. y su curva granulometría que se obtuvo.

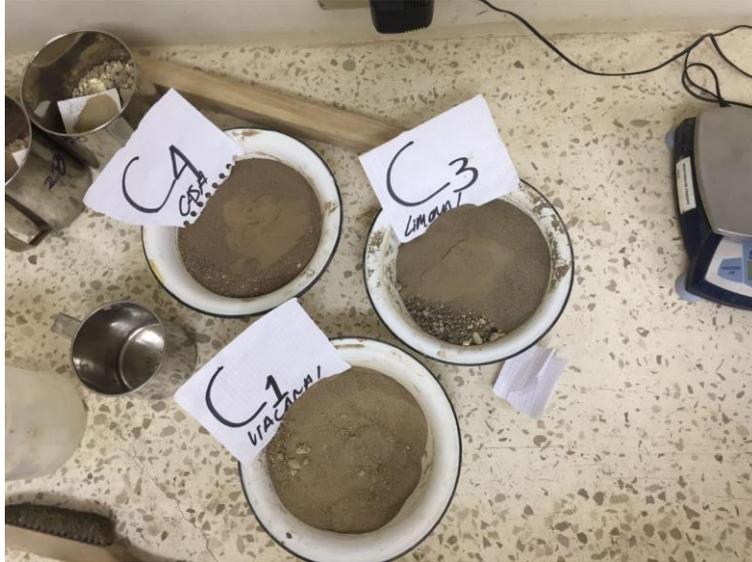


Figura 3.21 Ensayo de Granulometría. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Tamiz		Retenido parcial (g)	Retenidos Parcial %	Retenido Acumulado	Pasante Acumulado
ASTM	mm				
3/4"	18.75	0	0.00%	0%	100%
No. 4	4.75	16.2	8.09%	8%	92%
No.10	2	23.3	11.63%	20%	80%
No.40	0.425	54.4	27.16%	47%	53%
No.200	0.075	99.7	49.78%	97%	3%
Fondo		6.7	3.34%	100%	0%
Total		200.3	100%		

CURVA GRANULOMETRICA

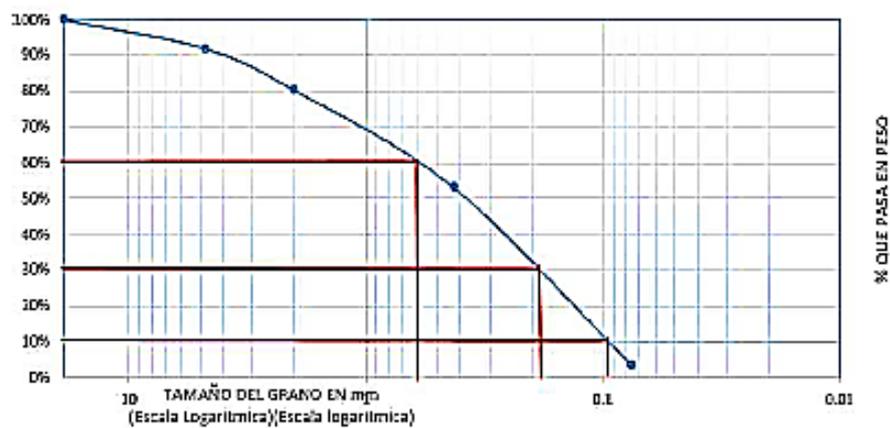


Figura 3.22 Resultados del ensayo de Granulometría, calicata 4.

○ **Límites de Atterberg**

Se realizó el ensayo de límites líquidos y límites plásticos para cada muestra de ensayo. En la siguiente imagen se presentan los resultados del ensayo para la calicata 4.

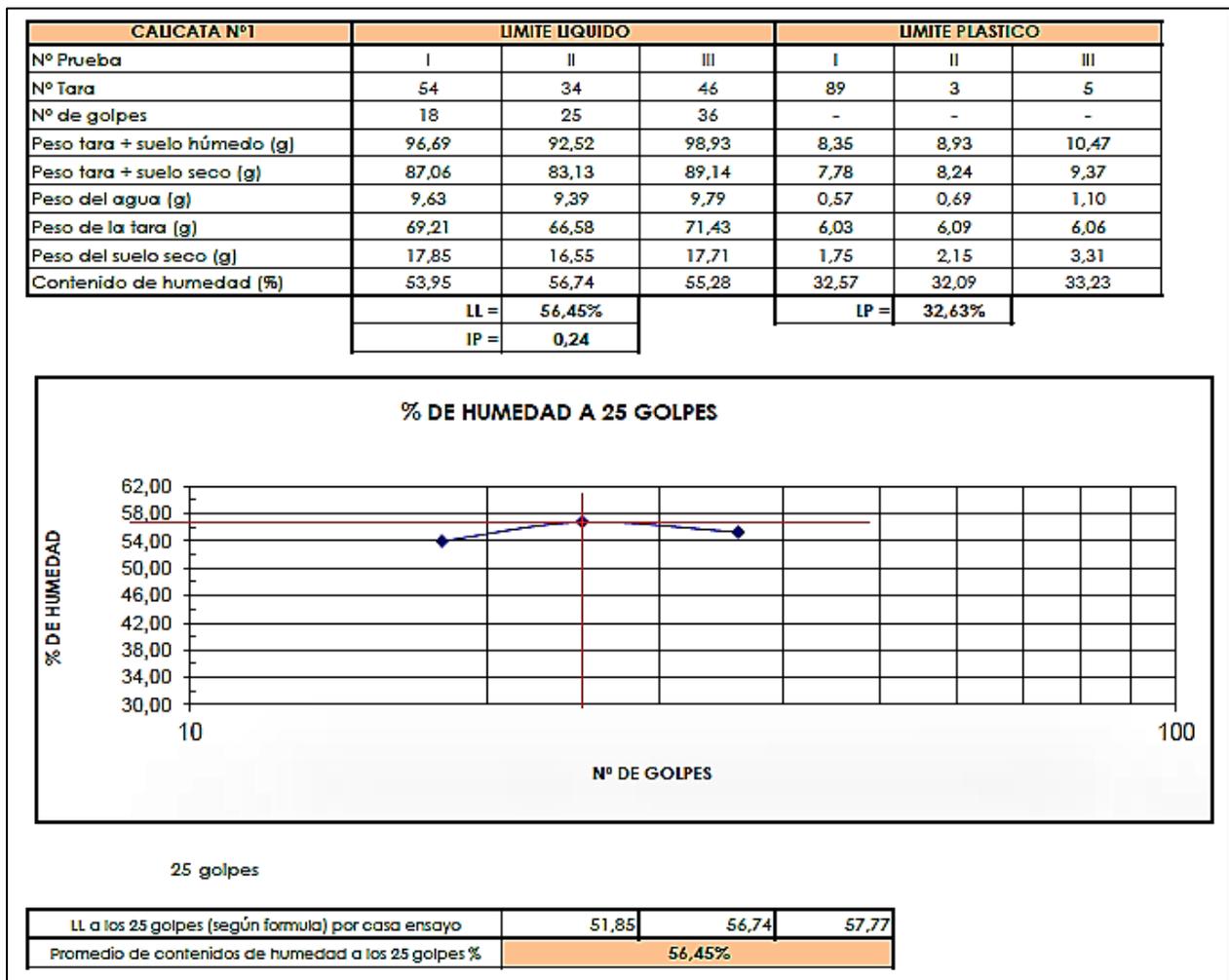


Figura 3.23 Ensayos de límites de Atterberg, Calicata 4. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).



Figura 3.24 Ensayos de Límites de Atterberg. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

○ **Compactación Proctor**

Se realizó el ensayo de compactación Proctor modificado, y se determinó la humedad óptima, y su correspondiente densidad máxima seca.

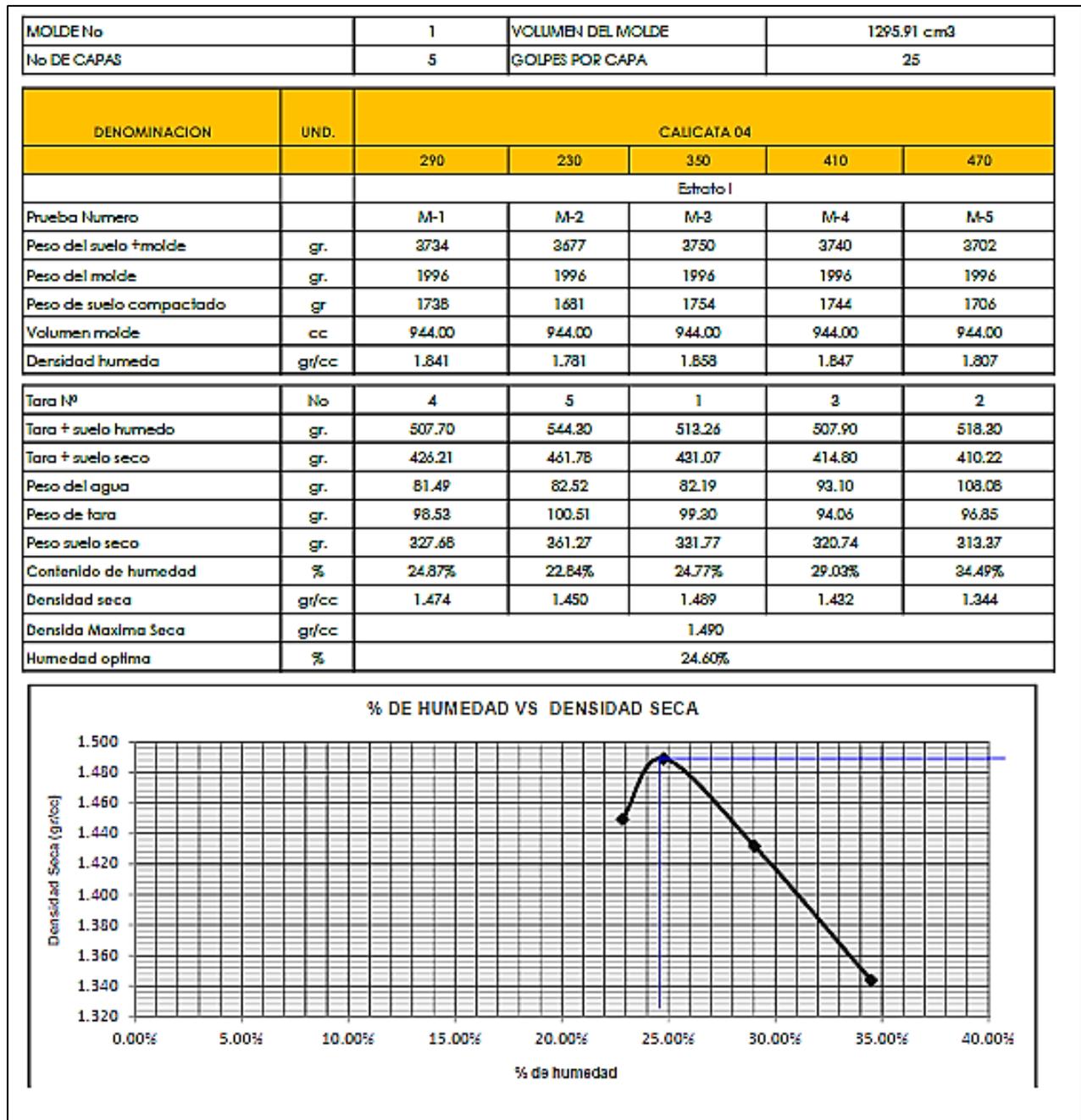


Figura 3.25 Resultado Ensayo Proctor. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

- **Ensayo Triaxial no consolidado no drenado.**

Se realizó el ensayo de triaxial en el laboratorio de la muestra de suelo de la calita 4, la cual fue moldeada con el dato de humedad óptima que se determinó en el ensayo de Proctor. Se realizaron dos ensayos de triaxial para la misma muestra de suelo, y como resultado se obtuvo el círculo de Mohr Coulomb.



*Figura 3.26 Ensayo de Triaxial No consolidado no Drenado. Fuente:
(Calderón & Mata, 2019)*

Se presentan los resultados que se obtuvo del ensayo en la figura 3.27.

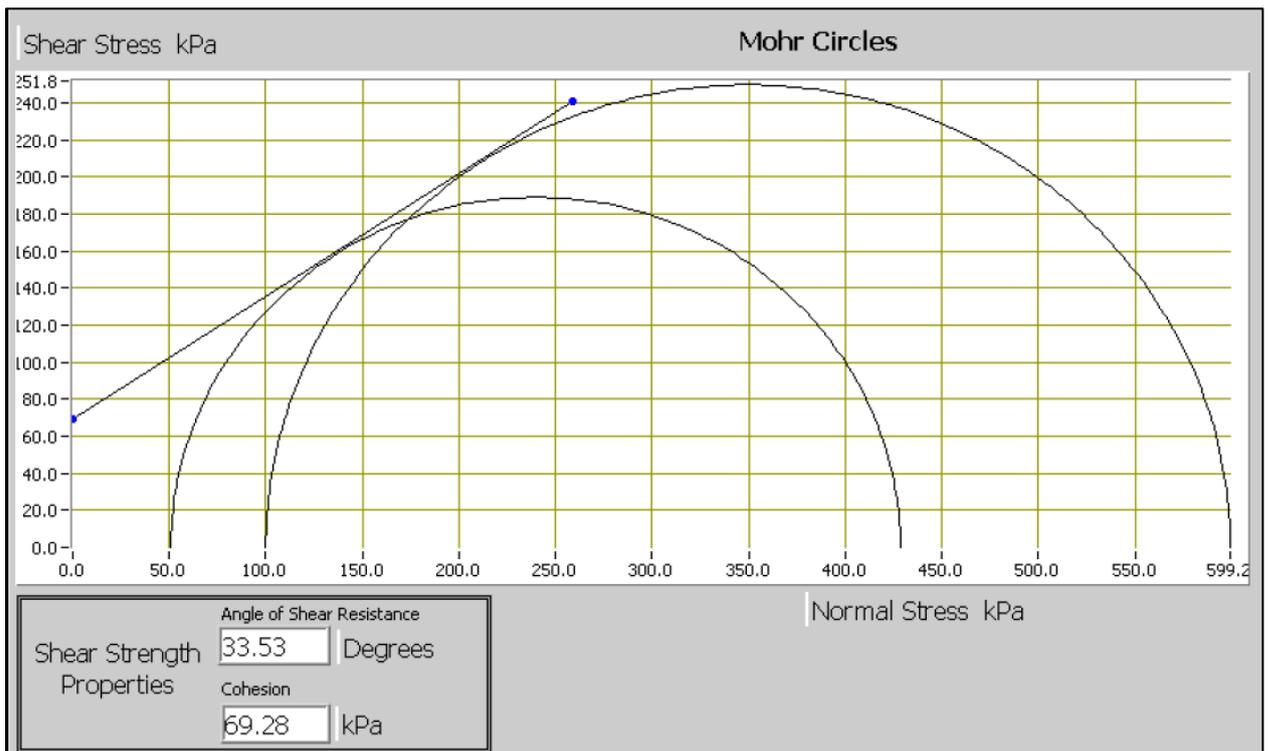


Figura 3.27 Circulo de Mohr Coulomb. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

○ **Permeabilidad en Laboratorio**

Se moldeó la muestra del suelo tomando en consideración la humedad óptima del ensayo Proctor realizado a la muestra de suelo de la calicata 4.

Se recalca que el ensayo no se pudo realizar, ya que, al cabo de 2 semanas, la muestra aún no se saturaba, por lo que por recomendaciones del ingeniero Falquez, Ingeniero a cargo del laboratorio de suelos y rocas, recomendó utilizar un factor de permeabilidad de 1×10^{-7} .



*Figura 3.28 Inicio Ensayo de Permeabilidad en el Laboratorio. Fuente:
(Calderón & Mata, 2019)*

En el **Apéndice D**, se presentan los resultados de los ensayos realizados a las muestras de suelo de las otras calicatas.

3.2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Teniendo como base la topografía detallada del terreno con compañía de Dr. Ing. Miguel Ángel Chávez, se realizaron recorridos para ubicar el eje de la presa se determinó que la presa debe ser emplazada en la convergencia de 2 Subcuenca de drenaje, Actualmente ocupando parte de la superficie de la laguna de oxidación. Cabe notar que dichas lagunas de Agua residuales están justamente en el sitio donde convergen los caudales de Aguas Lluvias, estos flujos de agua contaminada son llevados por la forma del terreno y forman pozos de acumulación que se sitúan cerca de la población.

Por las razones antes mencionada, se hace prescindible la reubicación de dichas lagunas Contaminadas y actualmente están sirviendo para el riego de productos de consumo humano.

Una limitante importante que tiene el sitio de presa es la distancia a la pista de avionetas, por lo que el eje implantado toma en cuenta esta situación para no afectar a dicha infraestructura ni su operatividad, la cual puede ser observado en la Figura 3.29.

En la figura 3.30 se presenta el eje de presa, constatándose la ubicación de 2 lagunas de oxidación y la parte de aterrizaje que siempre funcione de Oeste a Este.



Figura 3.29 Ubicación del eje de presa en campo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

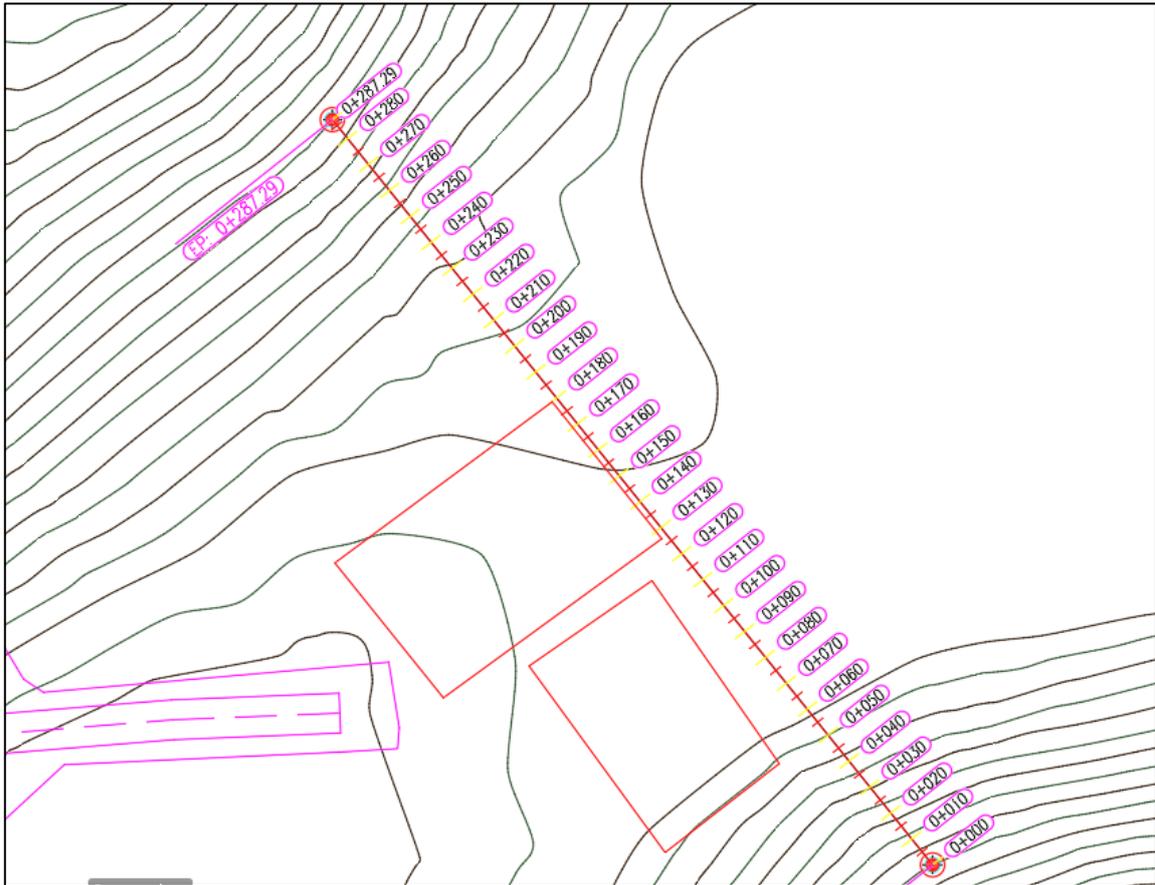


Figura 3.30 Eje de presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

3.2.1 Determinación de la altura de presa

Teniendo en cuenta el eje longitudinal del terraplén se determina que la presa puede ser construido en la cota 19 por lo que se deduce que el embalse podría llegar a la cota 18 m.s.n.m.

Esto implica que el vaso cubrirá una endonada que está bordeando por la carretera a San Pedro de Manglar Alto y una pequeña entrante de la Cuenca de drenaje más pequeña.

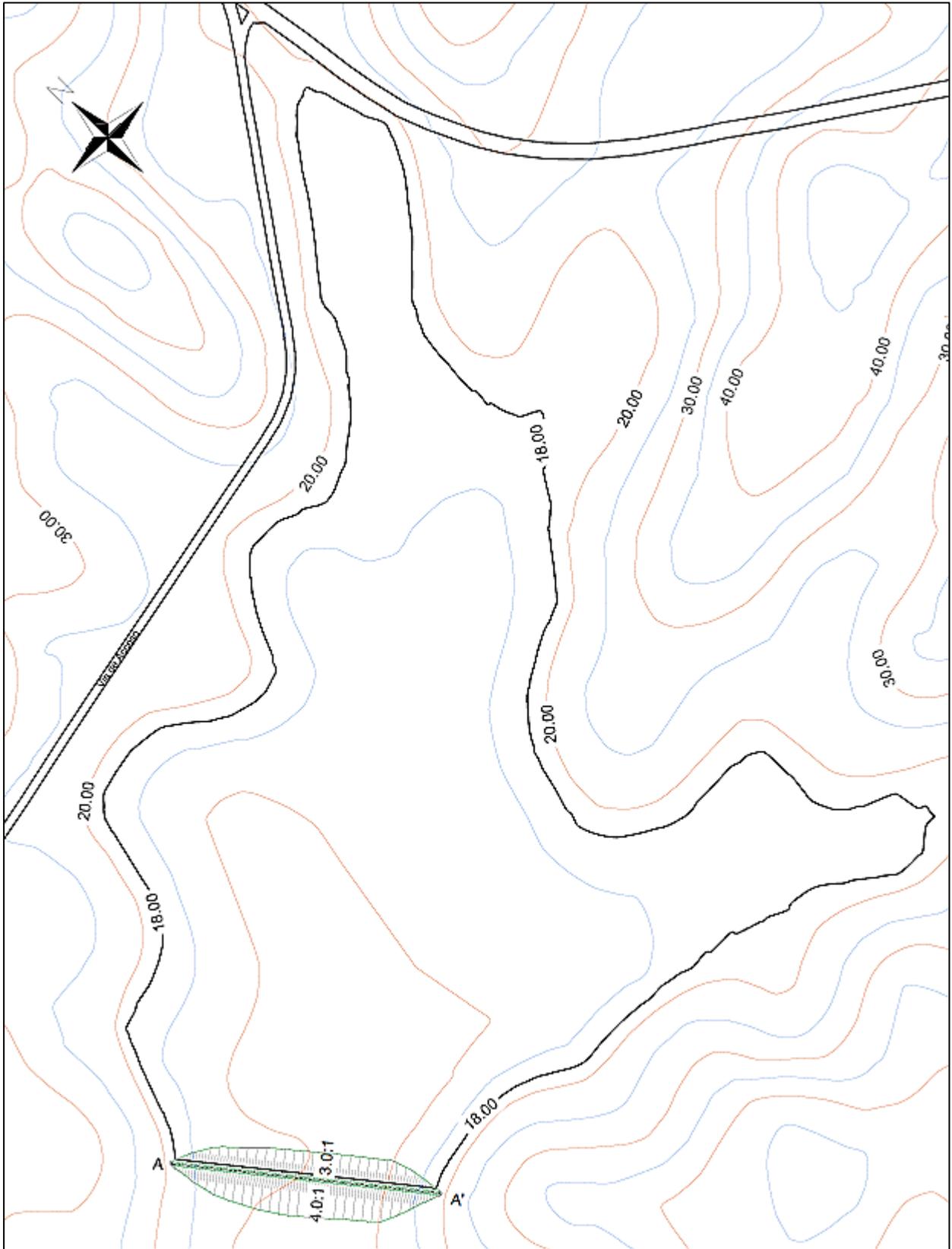


Figura 3.31 Emplazamiento Presa y Embalse. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

3.2.2 Determinación del tipo de Presa

El dique de cierre debe ser construido con materiales compactados encontrados en el mismo sitio de presa, por lo que se deduce que se trata de una presa de tierra de 10 metros de altura.

3.2.3 Soluciones para el control de filtración

Se decidió que la presa posea espaldones con taludes de 3:1 y de 4:1 (H:V) aguas abajo con la finalidad de ampliar el camino de recorrido del flujo de agua y así disminuir los gradientes hidráulicos que provocan las filtraciones además de esto por sugerencia del Dr. Ing. Miguel Ángel Chávez, en el interior del terraplén (Eje longitudinal) debe colocarse una lámina vertical de geomembrana para impermeabilizar posibles filtraciones.

Esta lamina de Geomembranas parte desde 2 metros del interior de la cimentación y atraviesa el cuerpo del terraplén.

En reglones posteriores se mostrará los análisis de estabilidad de la presa presentando seguridad por los casos analizados.

3.2.4 Método Constructivo

El método constructivo es de capas apisonadas, compactadas mediante rodillo, con la cantidad de agua adecuada, y colocando en su interior la geomembrana. El material que se seleccionó para la conformación y para el cual se determinó su humedad óptima y su densidad máxima seca, es el de la calicata 4. Cuyas características corresponde a la formación geológica Tosagua.

3.2.5 Detalles de Diseño

En la figura 3:32 se presenta el perfil típico de la presa su parte central, se constatará que la corona de la presa estará en la cota 19m.s.n.m. y tendrá una anchura de 4 metros el talud en el paramento aguas arriba tiene las proporciones de 3:1 (H:V) y 4:1 en paramento aguas abajo, la trinchera para la intersección del flujo tiene una profundidad de 2 metros por lo que

llegara hasta la cota 7 m.s.n.m. la lámina de geomembrana impermeable va desde la cota 7 hasta la cota 18.

El cuerpo del terraplén está constituido por limos arenosos arcillosos cuyas características geomecánicas han sido analizadas, teniendo resultados satisfactorios. El volumen del material para el cuerpo de la presa es de 67,891.42 m³. La tabla de cálculo del volumen del material se encuentra en el **Apéndice E**.

En el **Plano 2**, se presenta el emplazamiento, perfiles y secciones de la presa colinar.

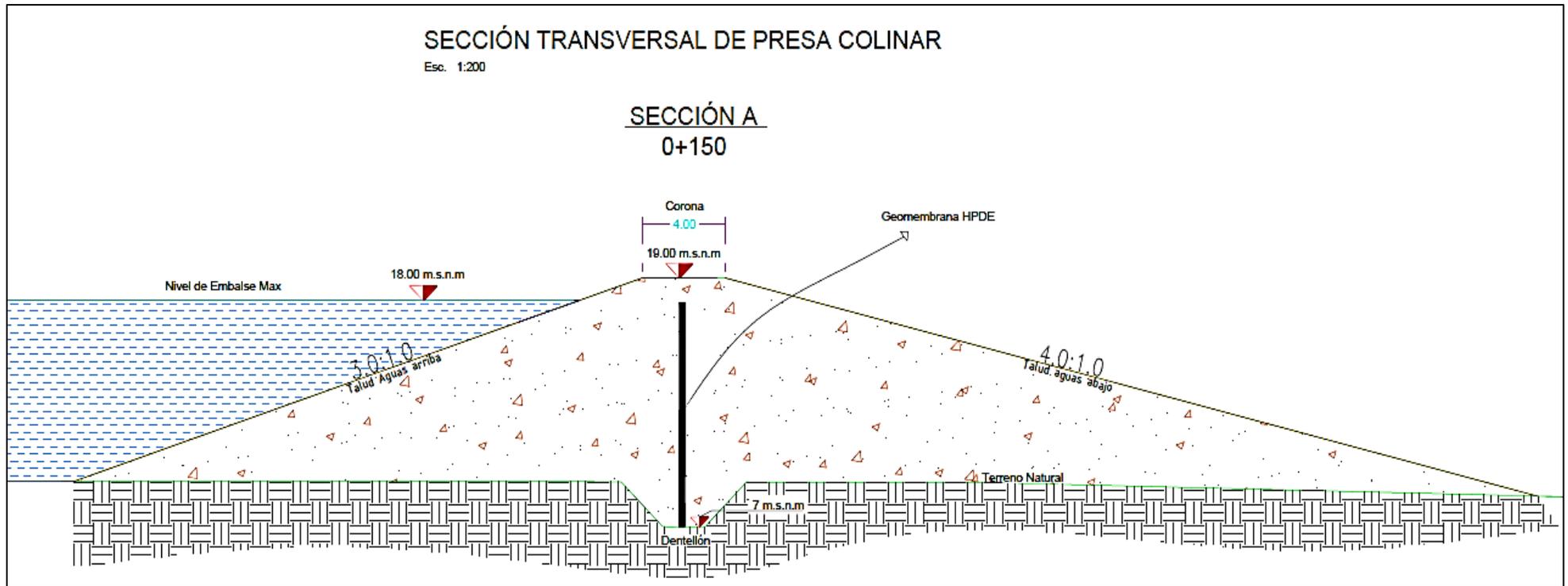


Figura 3.32 Perfil Típico de la Presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

3.2.6 VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD

Utiliza con el Software SLIDE, se realizó el análisis de estabilidad de taludes mediante los métodos de Bishop, Jambu Simplificado y Spencer.

3.2.6.1 Métodos de dovelas para análisis de estabilidad de espaldones sin agua.

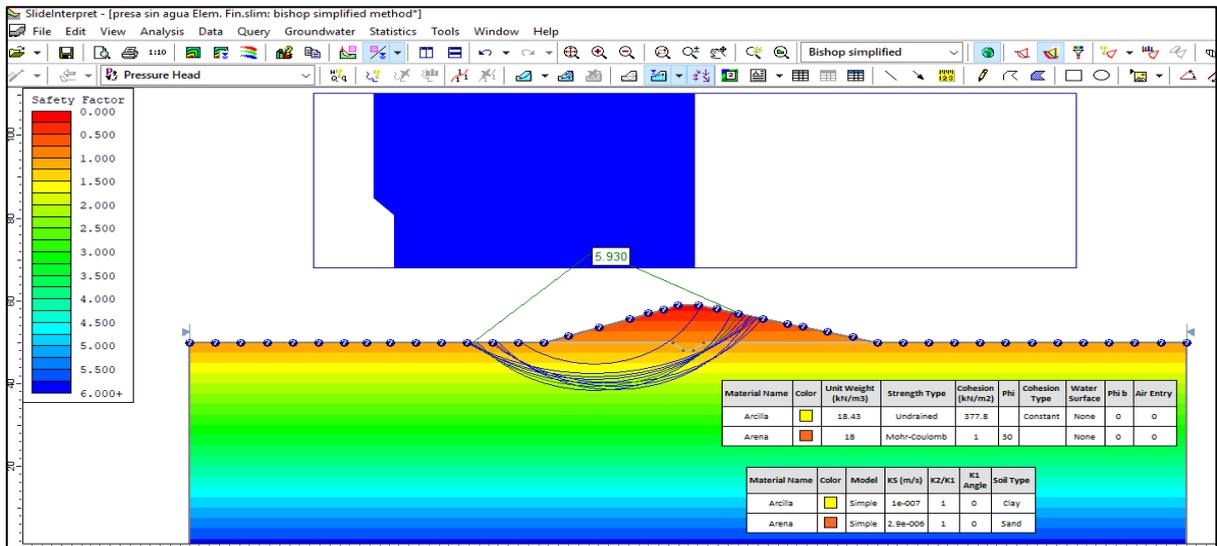


Figura 3.33 Método Bishop Simplificado. Factor de seguridad 5.9. Espaldón sin agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

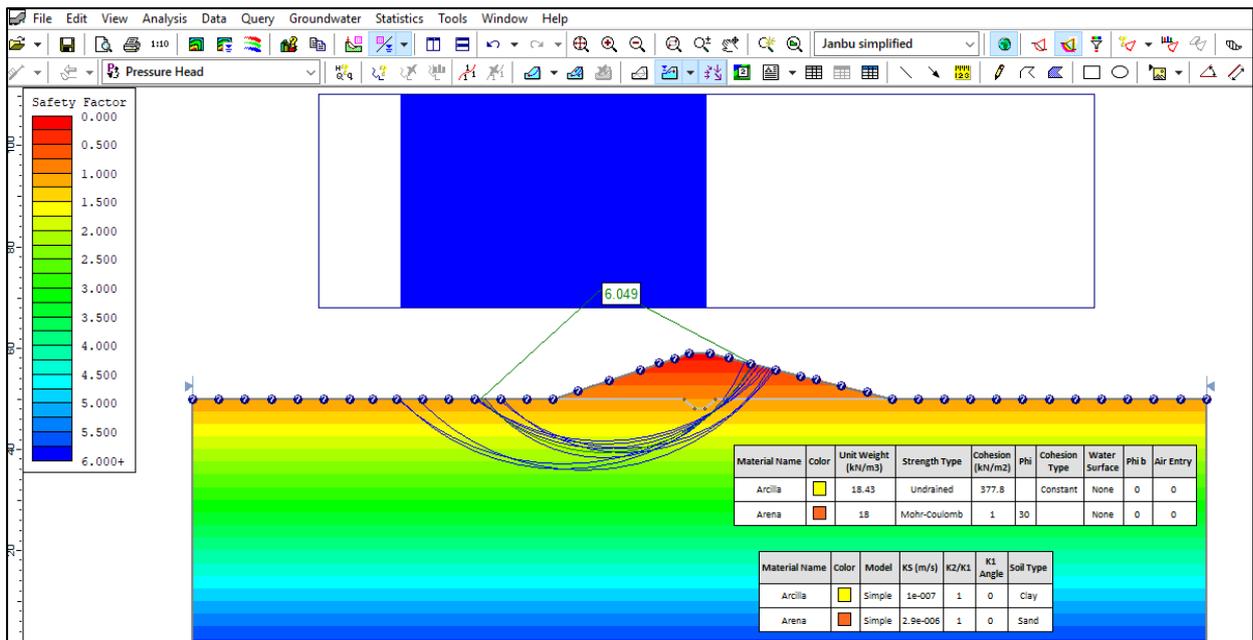


Figura 3.34 Método Janbu Simplificado. Factor de seguridad de 6.05. Espaldón sin Agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

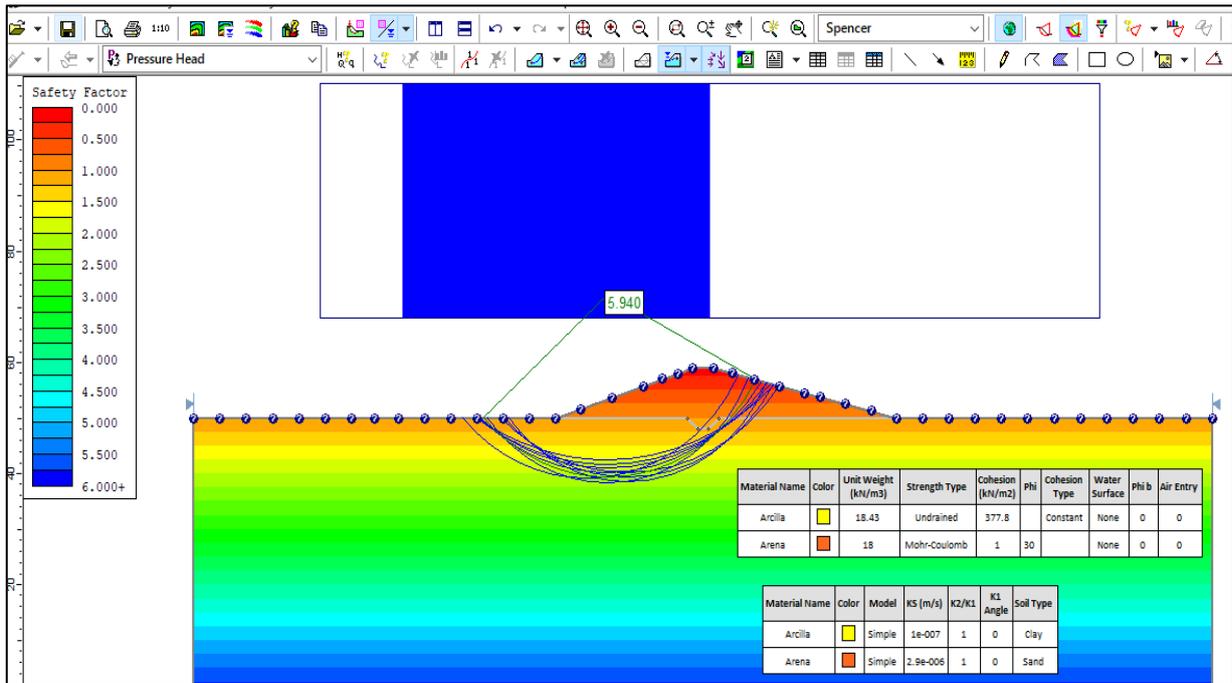


Figura 3.35 Método Spencer. Factor de Seguridad 5.94. Espaldón sin Agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

3.2.6.2 Método de dovelas para análisis de estabilidad de espaldones con nivel máximo de embalse.

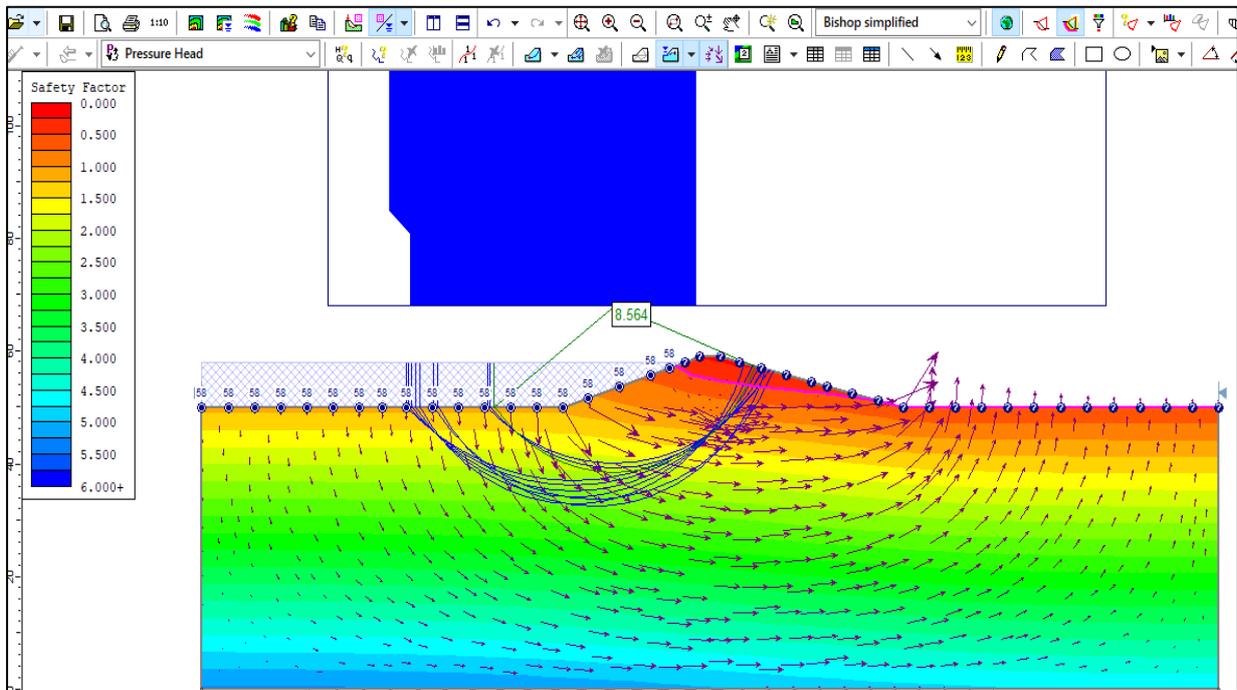


Figura 3.36 Método Bishop Simplificado. Factor de seguridad 8.56 para espaldón con nivel máximo de agua. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

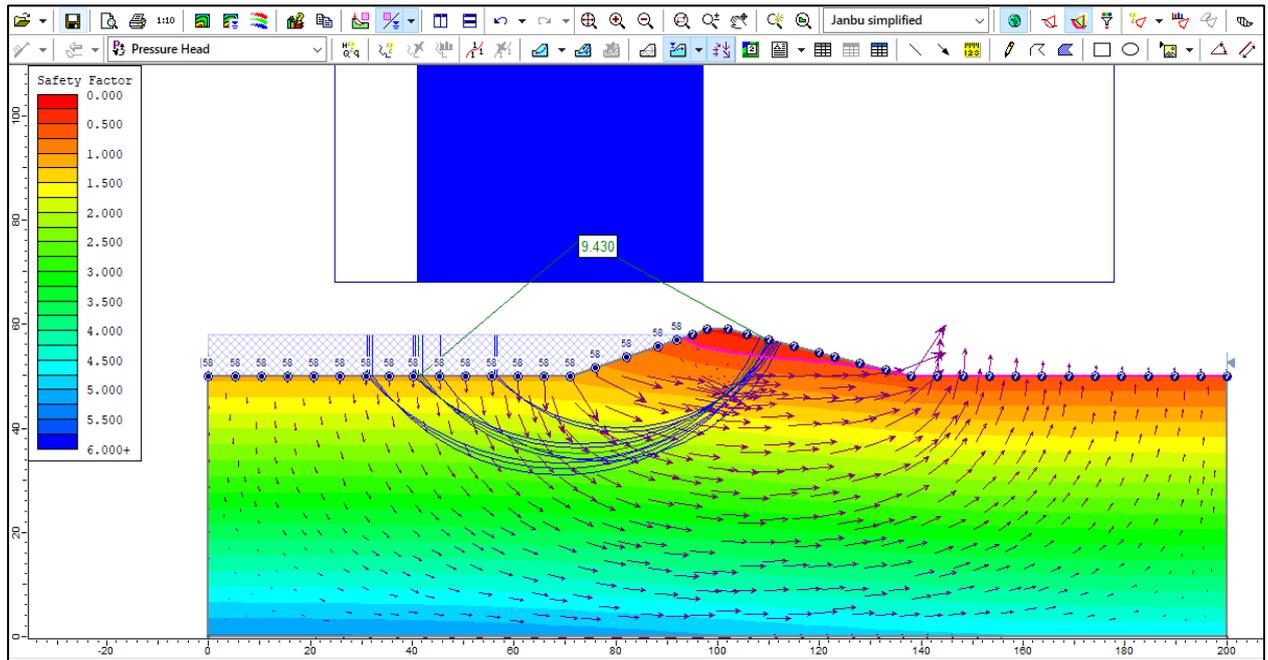


Figura 3.37 Método Jambu Simplificado. Análisis de espaldones con nivel máximo de agua.
Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

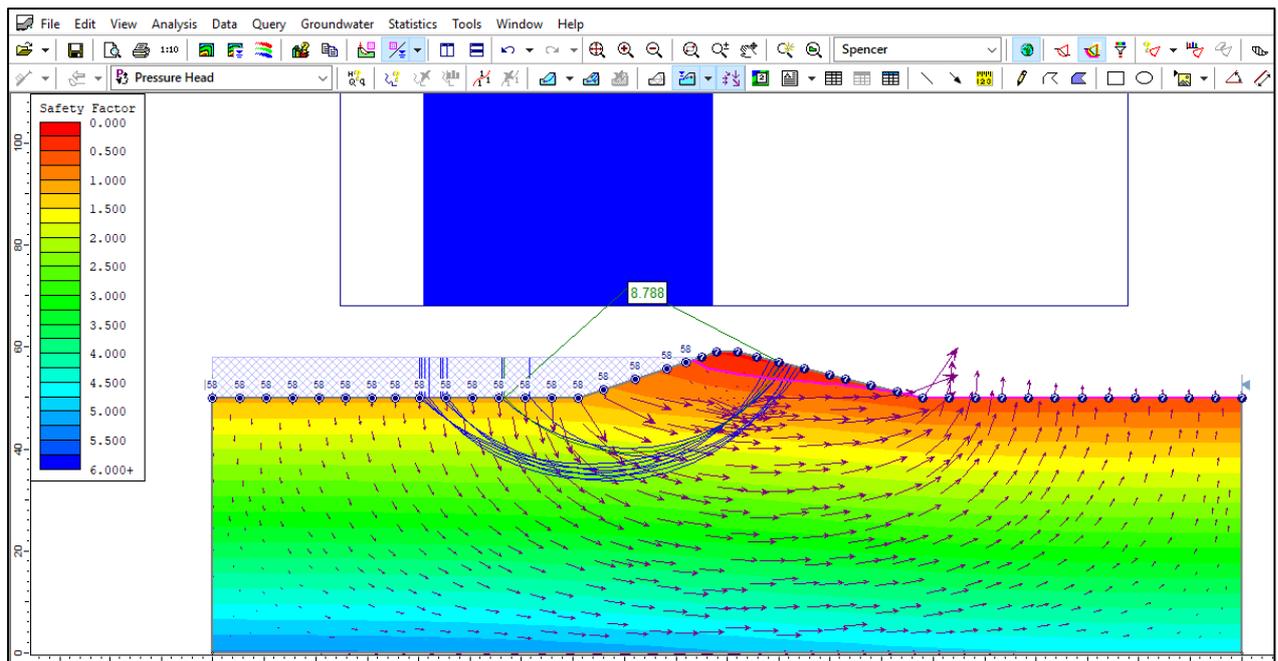


Figura 3.38 Método Spencer. Factor de seguridad 8.78. Espaldón con nivel máximo de agua.
Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

3.2.6.3 Método de dovelas para análisis de estabilidad de espaldón con nivel máximo de agua y sismo.

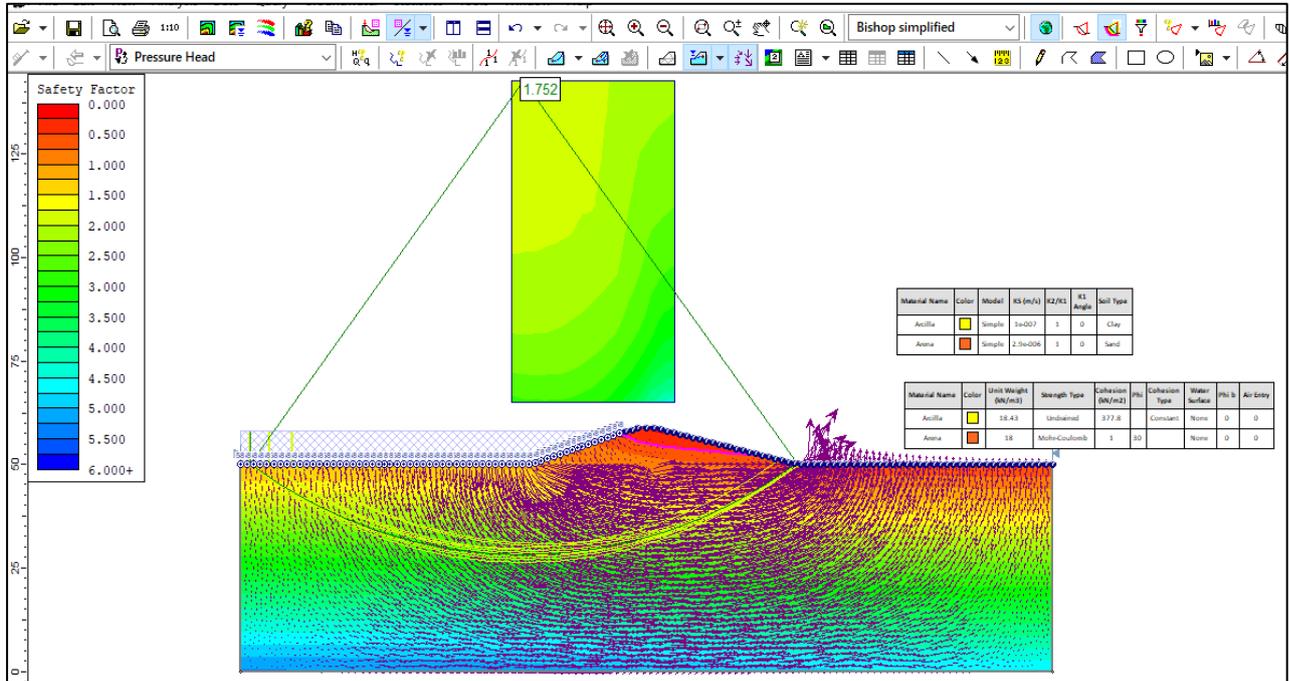


Figura 3.39 Método Bishop Simplificado. Factor de seguridad 1.75. espaldones con nivel máximo de agua y sismo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

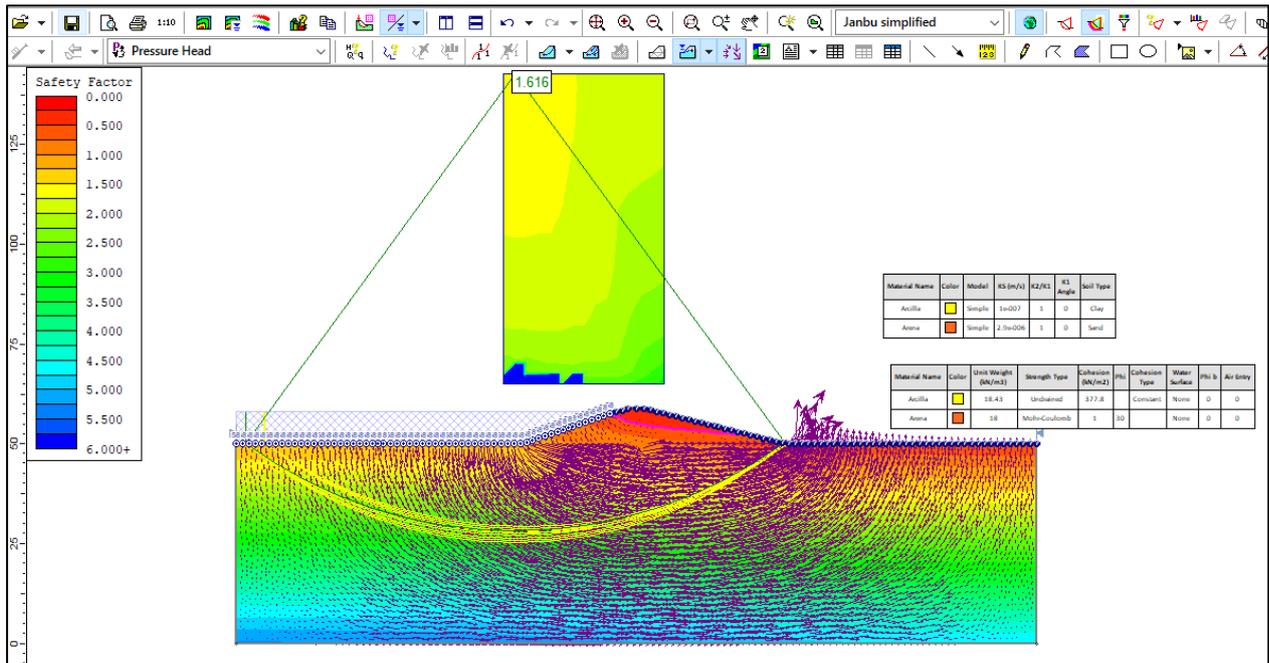


Figura 3.40 Método Janbu Simplificado. Factor de seguridad 1.62. Espaldones con nivel máximo de agua y sismo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

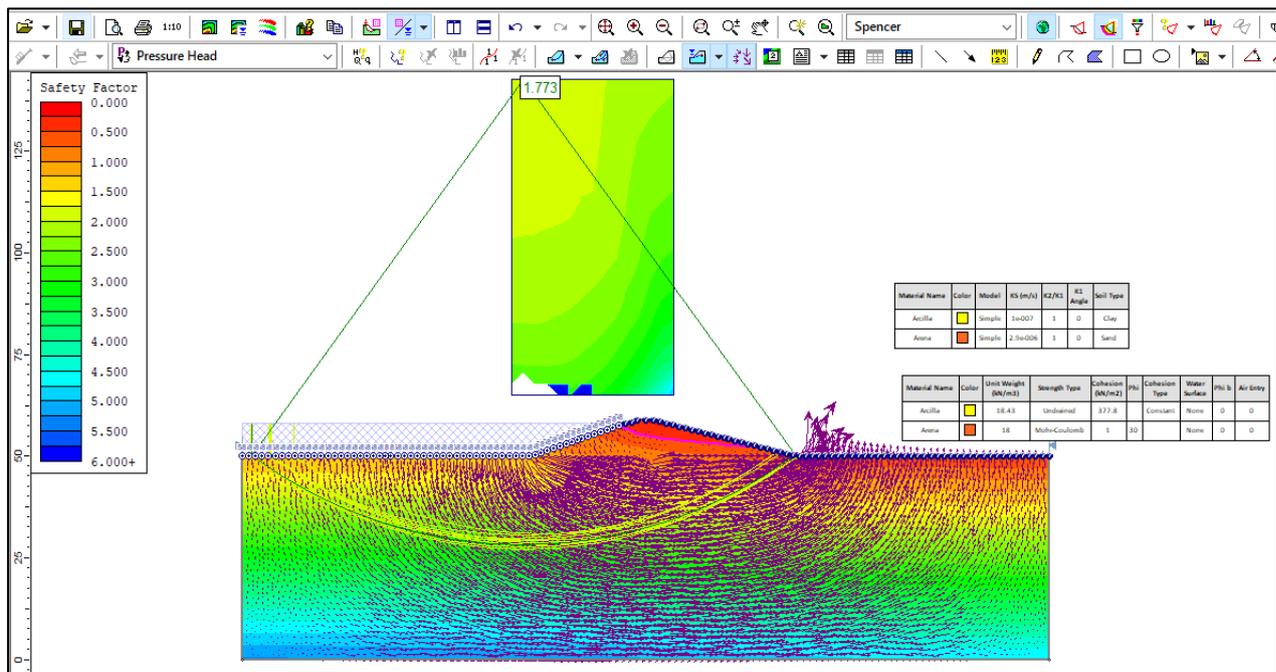


Figura 3.41 Método Spencer. Factor de seguridad de 1.75. Espaldones con nivel máximo de agua y sismo. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

En el **Apéndice F**, se presenta el informe generado por el Software, en el cual detalla los resultados y cálculos realizados en el análisis.

3.2.7 ALIVIADERO

Mediante el análisis de estabilidad de los espaldones de la presa se determinó que aun en condiciones críticas (Máximo nivel de embalse y sismicidad), la presa se mantiene con muy buena estabilidad. Si bien las condiciones hidrológicas señalan que el embalse podrá llenarse en condiciones excepcionales de precipitación, siempre existe el riesgo de que por una precipitación extraordinaria pudiese generarse caudales que tiendan a desbordar la presa.

Teniendo en cuenta lo antes formulado se propone construir un canal aliviadero, excavado en tierra natural y sin revestir para que conduzca eventuales excesos del embalse. – Este canal Aliviadero se propone sea construido en el empotramiento izquierdo de la presa, tal como se muestra en la figura 3:42. En el **Plano 3**, se presenta el perfil, vista en planta y secciones del aliviadero.

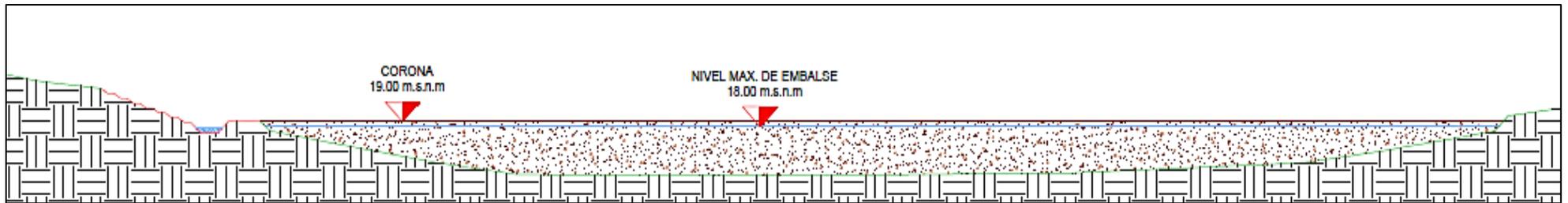


Figura 3.42 Perfil Longitudinal del Aliviadero y Presa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

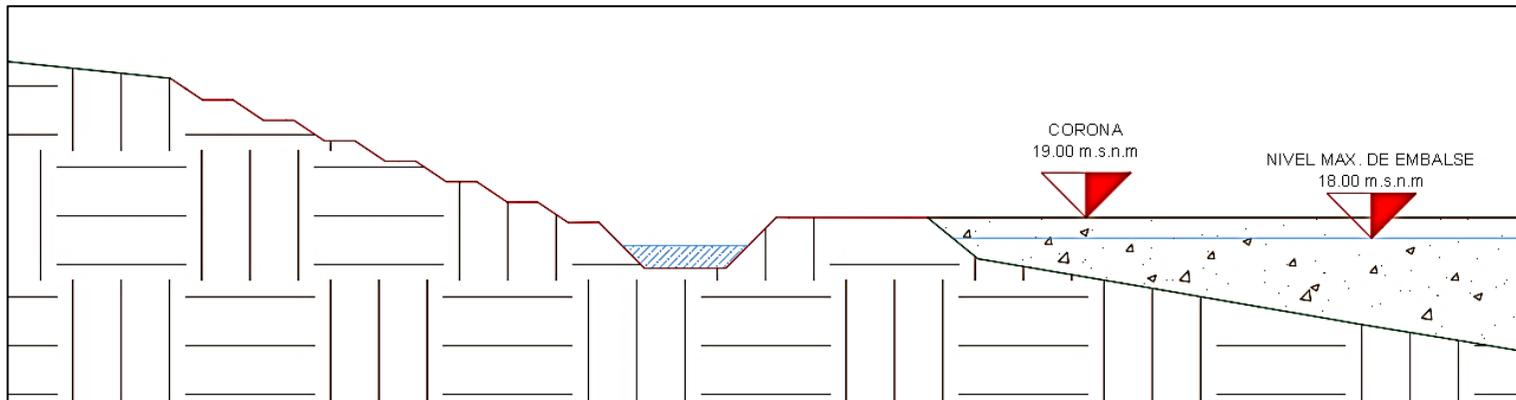


Figura 3.43 Perfil aliviadero. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Se determinó las dimensiones del vertedero (o Aliviadero), para lo cual se consideró la ocurrencia de una lluvia extraordinaria que llene el embalse y que además genera caudales en el aliviadero, como también el coeficiente de rugosidad de Manning para el material tipo tierra, 0.017, el talud del canal 1:1 (H: V), la pendiente del canal, el cual va desde la cota 18 m.s.n.m, hasta la cota 12, aguas arriba de la presa.

El canal aliviadero tendrá la altura de lámina de agua de 1 metros, la cual corresponde a la diferencia entre la altura máxima del embalse y la altura de la corona de la presa.

Con los datos antes mencionados se calculó el caudal que pasara por el canal aliviadero, mediante la fórmula de Manning.

$$Q = \frac{1}{0.017} * (0.0667^{0.5}) * \left(\frac{5.0}{0.7322}\right)^{\frac{2}{3}} = 61.71 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{Ec. 24}$$

La solución propuesta permite el desembalse oportuno, evitando así el desborde de caudales por la corona de la presa, esta es una medida que incrementa el Factor de Seguridad del cuerpo de la presa lo cual es necesario debido a que el embalse está ubicado a 950 metros aguas arriba de la población de Ayangué.

El volumen de material excavado es de 4,779.54 m³, el cálculo realizado esta en el **Apéndice G**.

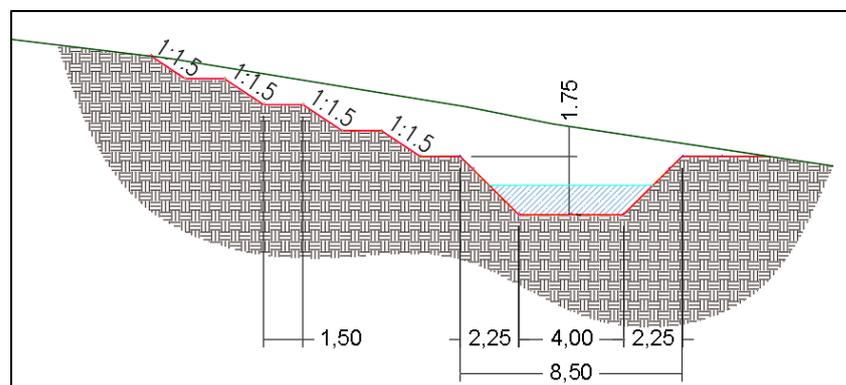


Figura 3.44 Dimensiones Aliviadero. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Es posible que el canal aliviadero nunca trabaje, sin embargo si llegara a ocurrir esta contingencia los caudales podrían erosionar progresivamente el canal, sin provocar la falla del terraplén y si esta situación ocurriese el canal aliviadero tendría que repararse compactando materiales hasta que la solera llegue a su situación inicial.

3.3 OBRAS ADICIONALES

3.3.1 Reubicación de Lagunas de Oxidación

El cuerpo de la presa colinar se ubicará sobre las lagunas de oxidación existentes, por lo que se requerirá que las mismas sean removidas y reubicadas. En la figura 3:45, es la ubicación actual de las dos lagunas de oxidación, lagunas que son utilizadas para regar cultivos.

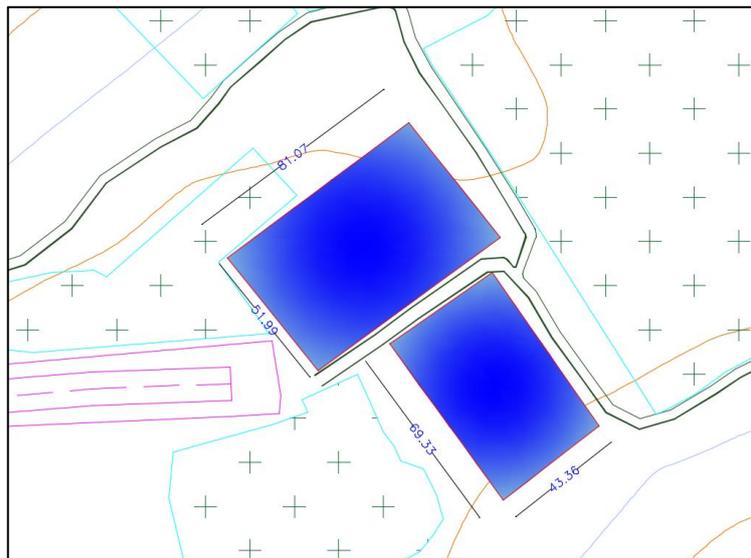


Figura 3.45 Ubicación y Actual de las lagunas de oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)



Figura 3.46 Imagen Satelital de la ubicación de las lagunas de oxidación. Fuente: (Google Earth, 2019)

3.3.1.1 Primera alternativa

Las lagunas se removerán y serán reubicadas al costado izquierdo de la pista de aterrizaje de las avionetas, estas lagunas mantendrán las mismas dimensiones de las lagunas originales, se incrementa la altura del canal para que estas contengan mayor volumen de aguas servidas. En la figura 3:47, se presenta la ubicación de esta alternativa. Y en la figura 3:48 la sección de la laguna de Oxidación.



Figura 3.47 Ubicación Lagunas de oxidación. primera alternativa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

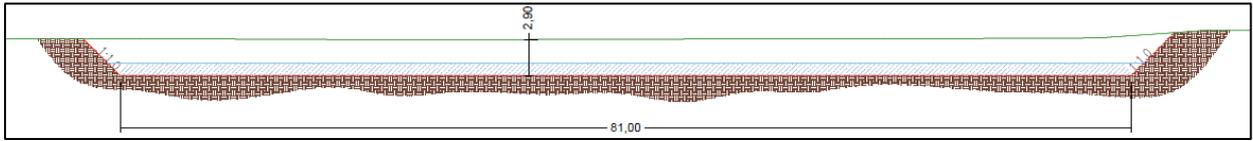


Figura 3.48 Sección Laguna de Oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

3.3.1.2 Segunda alternativa

En esta alternativa, se ubicó las lagunas de oxidación al costado izquierdo de la pista de aterrizaje, 600 metros desde la pista. En la figura 3:49 y figura 3:50, se presenta la vista en planta y la sección de la laguna de oxidación.

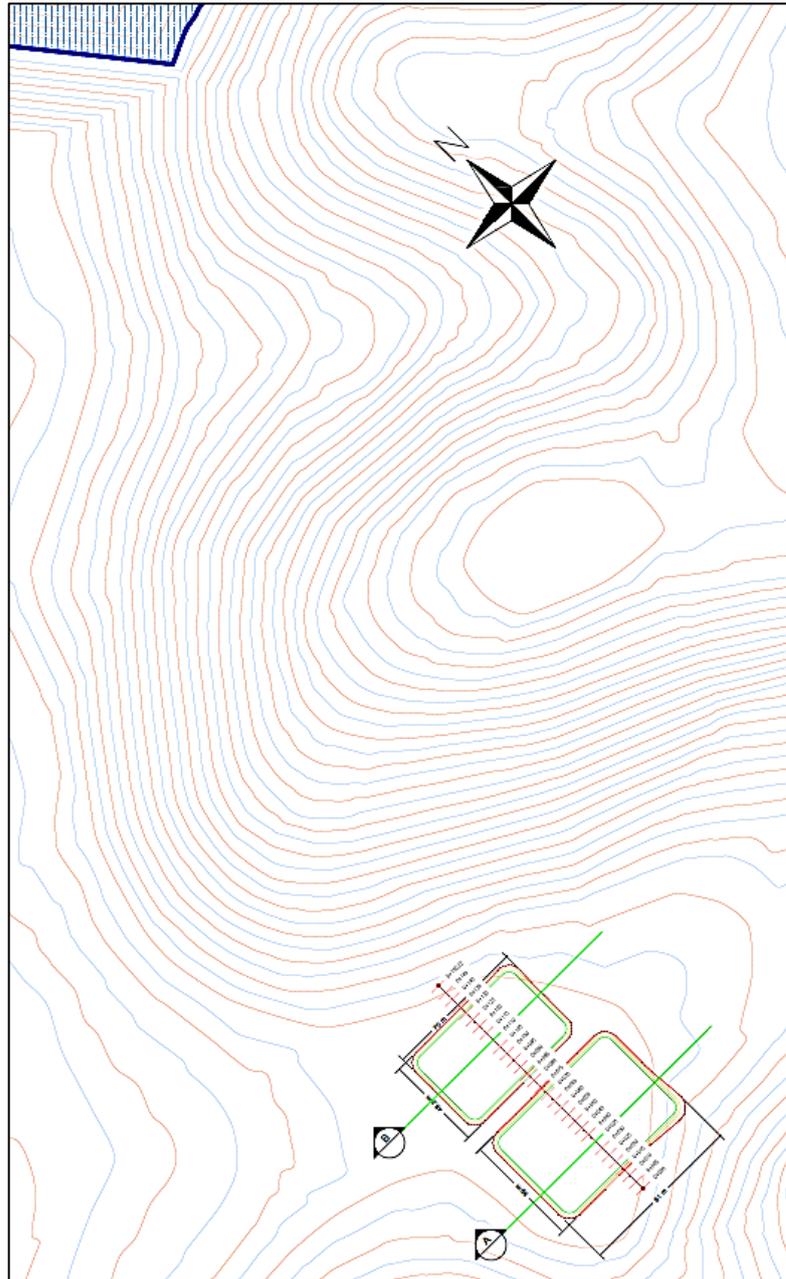


Figura 3.49 Vista en planta. Segunda alternativa. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

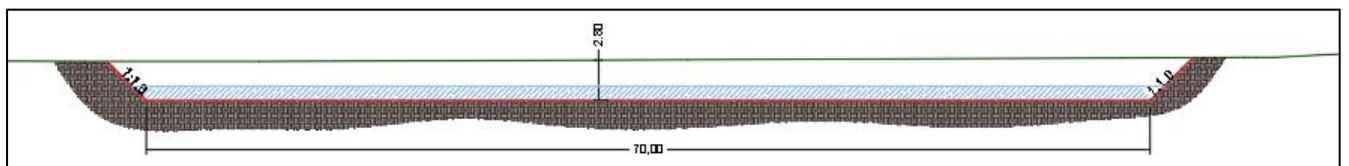


Figura 3.50 Sección Laguna de Oxidación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

3.3.2 Diseño de Tanque de Hormigón Armado

Como parte de este proyecto se realizó el diseño del tanque para almacenamiento de agua potable para la comuna de Ayangue, para lo cual se consideró la proyección de la población hasta el año 2025.

El tanque almacenará 1000 metros cúbicos de agua, será un tanque rectangular y tendrá 17 metros de ancho, 13 metros de longitud y 4.5 metros de altura. Se cumplió con las recomendaciones de las normas nacionales e internacionales para el diseño de este tanque, en el **Apéndice H**, se presenta los cálculos realizados para el diseño y análisis del tanque.

En el **Plano 4**, se presenta las dimensiones, perfil y secciones del tanque de almacenamiento de agua potable.

En la figura 3:51 se presenta las dimensiones finales del tanque.

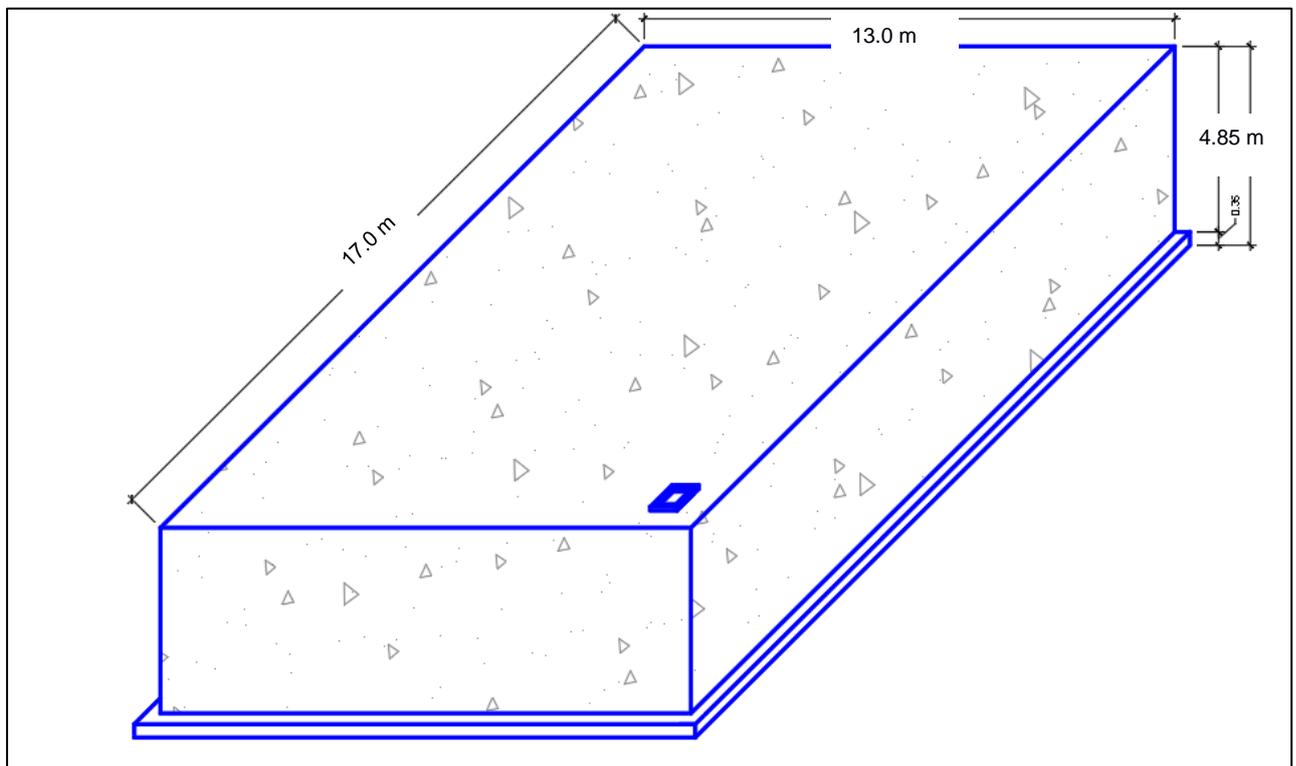


Figura 3.51 Dimensiones de Tanque de Almacenamiento de Agua Potable. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

3.4 Presupuesto

Se desarrollo el presupuesto del proyecto, para lo cual se consideró las actividades necesarias para la construcción de cada una de las obras del proyecto. En la tabla 3:8 se describe cada obra y sus actividades correspondientes. En el **Apéndice I**, se encuentra la descripción de cada rubro, y especificaciones técnicas.

Tabla 3.8 Presupuesto del Proyecto. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

PROYECTO: Estudio y diseño de sistema de embalse de agua lluvias en la comuna de Ayangue					
CONSULTOR: Jeferson dario Mata - Bryan Steeven Calderón					
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				
1,01	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	38,67	23,82	921,12
1,02	Levantamiento Topografía en sitio	Ha	1	109,17	109,17
1,03	Remocion de arboles (Inc. Reubicacion)	u	1.200,00	1,33	1.596,00
1,04	Letrero de obra	u	2,00	24,00	48,00
1,05	Caseta de Guardia	m2	3,00	31,25	93,75
				SUBTOTAL	2.768,04
2	CONSTRUCCIÓN DE PRESA				
2,01	Excavación en Suelo (Dentellon)(incluye desalojo)	m3	1.600,00	1,97	3.152,00
2,02	Excavación en Fango (Piscinas de Oxidación) (incluye desalojo)	m3	17.000,00	1,97	33.490,00
2,03	Explotacion, transporte y conformacion del dique con material para presa de sitio (Dique por capas)	m3	67.981,42	6,84	464.992,91
2,04	Suministro e Instalacion de Geomembrana HPBE 0.75mm	m2	3.780,00	2,84	10.735,20
2,05	Excavación en Suelo (Aliviadero)	m3	4.779,54	1,49	7.121,51
				SUBTOTAL	519.491,63
3	CONSTRUCCIÓN DE TANQUE RECTANGULAR DE HORMIGON ARMADO				
3,01	Trazado y replanteo (Tanque)	m2	278,30	0,18	50,09
3,02	Excavacion y Relleno para estructuras Inc.Desalojo	m3	417,36	1,59	663,60
3,03	Replantillo	m3	19,48	157,42	3.066,70
3,04	Acero de refuerzo para armado del tanque de hormigón	Kg	18.354,00	1,97	36.157,38
3,05	Hormigón estructural Clase "A" f'c= 280 Kg/cm² (Incluye encofrado)	m3	298,00	190,58	56.792,84
				SUBTOTAL	96.730,62
4	CONSTRUCCIÓN LAGUNA DE OXIDACIÓN				
4,01	Trazado y replanteo (Lagunas de Oxidación)	m2	6.794,01	0,18	1.222,92
4,02	Excavación en Suelo (incluye conformación de taludes)	m3	24.289,04	2,82	68.495,09
4,03	Desalojo de materiales de excavación (distancia desde el botadero en Ayangue hasta la ubicacion del proyecto 2Km)	m3-km	24.289,04	0,56	13.601,86
				SUBTOTAL	83.319,88
5	COMPONENTE AMBIENTAL				
5,01	Bateria Sanitaria móvil (inc. instalación y mantenimiento)	u	2,00	660,30	1.320,60
5,02	Agua para Control de Polvo	m3	1.000,00	0,54	540,00
5,03	Instructivos o Trípticos	u	500,00	0,53	265,00
5,04	Monitoreo de Ruido	u	300,00	2,93	879,00
5,05	Monitoreo de calidad de Aire (medidas de gases en equipos moviles)	u	300,00	4,85	1.455,00
5,06	Equipos de Proteccion personal	u	50,00	46,20	2.310,00
5,07	Obtención de Licencia Ambiental	u	1,00	1,00	1,00
				SUBTOTAL	6.770,60
				TOTAL	\$709.080,76

* Para cada Rubro no se Considera IVA

La construcción del proyecto es de 6 meses, entre mayo a octubre, meses en que la precipitación es baja en la provincia de Santa Elena, en la tabla 3:9, se presenta el cronograma valorado para los 6 meses de dura la construcción de todo el proyecto.

Tabla 3.9 Cronograma Valorada. Construcción del Proyecto.

PROYECTO: Estudio y diseño de sistema de embalse de agua lluvias en la comuna de Ayangue										
CONSULTOR: Jeferson dario Mata - Bryan Steeven Calderón										
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1	OBRAS PRELIMINARES									
1,01	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	38,67	921,12	\$ 921,12					
1,02	Levantamiento Topografía en sitio	Ha	1	109,17	\$ 109,17					
1,03	Remocion de arboles (Inc. Reubicacion)	u	1.200,00	1.596,00	\$ 1.596,00					
1,04	Letrero de obra	u	2,00	48,00	\$ 48,00					
1,05	Caseta de Guardia	m2	3,00	93,75	\$ 93,75					
				2.768,04						
2	CONSTRUCCIÓN DE PRESA									
2,01	Excavación en Suelo (Dentellon)(incluye desalojo)	m3	1.600,00	3.152,00		\$ 3.152,00				
2,02	Excavación en Fango (Piscinas de Oxidación) (incluye desalojo)	m3	17.000,00	33.490,00		\$ 33.490,00				
2,03	Explotacion, transporte y conformacion del dique con material para presa de sitio (Dique por capas)	m3	67.981,42	464.992,91		\$ 92.998,58	\$ 92.998,58	\$ 92.998,58	\$ 92.998,58	\$ 92.998,58
2,04	Suministro e Instalacion de Geomembrana HPBE 0.75mm	m2	3.780,00	10.735,20		\$ 2.147,04	\$ 2.147,04	\$ 2.147,04	\$ 2.147,04	\$ 2.147,04
2,05	Excavación en Suelo (Aliviadero)	m3	4.779,54	7.121,51					\$ 3.560,76	\$ 3.560,76
				519.491,63						
3	CONSTRUCCIÓN DE TANQUE RECTANGULAR DE HORMIGON ARMADO									
3,01	Trazado y replanteo (Tanque)	m2	278,30	50,09	\$ 50,09					
3,02	Excavacion y Relleno para estructuras Inc.Desalojo	m3	417,36	663,60	\$ 663,60					
3,03	Replantillo	m3	19,48	3.066,70	\$ 3.066,70					
3,04	Acero de refuerzo para armado del tanque de hormigón	Kg	18.354,00	36.157,38	\$ 10.847,21	\$ 25.310,17				
3,05	Hormigón estructural Clase "A" f' c= 280 Kg/cm² (Incluye encofrado)	m3	298,00	56.792,84	\$ 17.037,85	\$ 39.754,99				
				96.730,62						
4	CONSTRUCCIÓN LAGUNA DE OXIDACIÓN									
4,01	Trazado y replanteo (Lagunas de Oxidación)	m2	6.794,01	1.222,92			\$ 1.222,92			
4,02	Excavación en Suelo (incluye conformación de taludes)	m3	24.289,04	68.495,09			\$ 34.247,55	\$ 34.247,55		
4,03	Desalojo de materiales de excavación (distancia desde el botadero en Ayangue hasta la ubicacion del proyecto 2Km)	m3-km	24.289,04	13.601,86			\$ 6.800,93	\$ 6.800,93		
				83.319,88						
5	COMPONENTE AMBIENTAL									
5,01	Bateria Sanitaria móvil (inc. instalación y mantenimiento)	u	12,00	7.923,60	\$ 7.923,60					
5,02	Agua para Control de Polvo	m3	1.000,00	540,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00
5,03	Instructivos o Trípticos	u	500,00	265,00	\$ 88,33		\$ 88,33		\$ 88,33	
5,04	Monitoreo de Ruido	u	300,00	879,00	\$ 146,50	\$ 146,50	\$ 146,50	\$ 146,50	\$ 146,50	\$ 146,50
5,05	Monitoreo de calidad de Aire (medidas de gases en equipos móviles)	u	300,00	1.455,00	\$ 242,50	\$ 242,50	\$ 242,50	\$ 242,50	\$ 242,50	\$ 242,50
5,06	Equipos de Proteccion personal	u	50,00	2.310,00	\$ 1.155,00			\$ 1.155,00		
				13.372,60						
					\$ 44.079,44	\$ 197.331,78	\$ 137.984,36	\$ 137.828,10	\$ 99.273,71	\$ 99.185,38
				\$715.682,76	\$ 44.079,44	\$ 241.411,21	\$ 379.395,57	\$ 517.223,67	\$ 616.497,39	\$ 715.682,77

* Para cada rubro no se considera el IVA.

CAPITULO 4

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Antecedentes

El proyecto está ubicado en la provincia de Santa Elena, Parroquia rural de Colonche, Comuna de Ayangue, de manera referencial el proyecto estará ubicado detrás de la pista de aterrizaje de avionetas. En la sección 1.4.2 de este documento se especifica la ubicación general del proyecto. En la siguiente tabla se presenta las coordenadas de ubicación del proyecto.

Tabla 4.1. Ubicación del Proyecto. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

Sistema	Datum	Componentes	Coordenadas	
			Metros este	Metros Norte
Coordenadas UTM Zona 17 Sur	Horizontal WGS 1984	Coordenadas	527783.00	9781954.00
		Elevación	Nivel del mar	

CÓDIGO CCAN	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	CATEGORÍA (I, II, III, IV)
23.4.2.4	Otros proyectos de ingeniería hidráulica y gestión del agua	
23.4.2.4.1	Construcción y/u operación de represas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla (excluye reservorios)	IV

Figura 4.1 Categorización Ambiental de la actividad (CCAN). Fuente. (Sistema Unico de Informacion Ambiental - SUIA, 2015)

En el catálogo de categorización ambiental nacional (CCAN), la actividad ambiental de este proyecto se encuentra en el grupo 23.4.2.4 el cual corresponde: **“Otros proyectos de ingeniería hidráulica y gestión del agua”**, este proyecto tiene el código **CCAN 23.4.2.4.1** el cual corresponde: **“Construcción y/u operación de represas y otras instalaciones destinadas a retener agua o almacenarla (excluye reservorios)”**. Por lo que se requiere obtener una Licencia Ambiental categoría IV, **“Proyectos, obras o actividades cuyos impactos ambientales negativos son considerados de alto impacto”**, y, se debe realizar

el estudio de impacto Ambiental y riesgo. (Sistema Unico de Informacion Ambiental - SUIA, 2015).

Es importante recalcar que, para el diseño definitivo, es importante y necesario obtener la licencia Ambiental Categoría IV.

Este proyecto tendrá un área del embalse es de 38.67 ha, la longitud total del eje de presa es de 250 m, el ancho de corona de 4 m. La capacidad del embalse será de 1.73 Hm³ (Cota máxima de embalse de la presa).

En el área de embalse se encuentra 6.8 Ha de lagunas de oxidación y 38.67 Ha de cultivos, los mismos que para el desarrollo del proyecto serán reubicados.

4.2 Justificación

Esta ley es el cuerpo legal específico en la protección ambiental, es esta se establecen un esquema de administración ambiental por parte del estado, además establece la obligatoriedad de estudios ambientales y determina los mecanismos de participación social.

En el artículo 20 se establece ***“Para inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del Ramo”.***

Artículo 21. ***“Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de líneas base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de los riesgos, planes de manejo, planes de manejo de riesgo, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales”***

Libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Capítulo II: sistema único de información ambiental.

Art 14. ***“Los proyectos, obras o actividades, constantes en el catálogo expedido por la Autoridad Ambiental Nacional deberán regularizarse a través del SUIA, el que determinara automáticamente el tipo de permiso ambiental pudiendo ser: Registro Ambiental o Licencia Ambiental”.***
(Minsiterio del Ambiente, 2015)

Art 15. ***“El certificado de intersección es un documento generado por el SUIA, a partir de coordenadas UTM DATUM: WGS-84, 17S, en el que indica que el proyecto, obra o actividad propuesto por el promotor interseca o no,***

con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Bosques Y Vegetación Protectoras, Patrimonio Forestal Del Estado.” (Minsiterio del Ambiente, 2015)

Libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Capitulo III: De la Regularización Ambiental

Art 24. ***“Registro ambiental, permiso otorgado por la Autoridad Ambiental Competente mediante el SUIA, obligatorio para aquellos proyectos, obras o actividades consideraras de bajo impacto y riesgo ambiental. Para obtener el registro ambiental, el promotor deberá llenar en línea el formulario de registro por parte del ministerio del ambiente”.*** (Minsiterio del Ambiente, 2015)

Art 25. ***“Licencia Ambiental, permiso ambiental otorgado por la Autoridad Ambiental Competente a través del SUIA, siendo de carácter obligatorio para aquellos proyectos, obras o actividades consideradas de medio o alto impacto y riesgo ambiental”.*** (Minsiterio del Ambiente, 2015)

Libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Capitulo IV: De los estudios Ambientales.

Art. 27.- ***“Los estudios ambientales sirven para garantizar una adecuada y fundamentada predicción, identificación, e interpretación de los impactos ambientales de los proyectos, obras o actividades existentes y por desarrollarse en el país”.*** (Minsiterio del Ambiente, 2015)

Art 28. ***“La evaluación de impacto ambiental es un procedimiento que permite predecir, describir y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente”.*** (Minsiterio del Ambiente, 2015).

4.3 Zonas intangibles y territorios que pertenecen al sistema nacional de áreas protegidas.

Se realizo el registro del proyecto en la página del ministerio del ambiente, para obtener un certificado de registro ambiental. Se genero el certificado de intersección con el sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), patrimonio forestal del estado (PFE), bosques y vegetación protectora (BVP), para el proyecto.

El certificado con código: **MAE-SUIARA-DPASE-2019-204199** se encuentra en el **Apéndice J**, que en resumen indica que el proyecto no intercepta las áreas protegidas antes descritas.

Además, se obtuvo el certificado ambiental, **código: 982-GPY-2019-CA-SUIA**, el cual se encuentra en el **Apéndice J**, y que es otorgado por el gobierno autónomo descentralizado de la provincia de Santa Elena.

En las siguientes graficas se presenta el proyecto y las áreas del sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), patrimonio forestal del estado (PFE) y bosques y vegetación protectora (BVP).

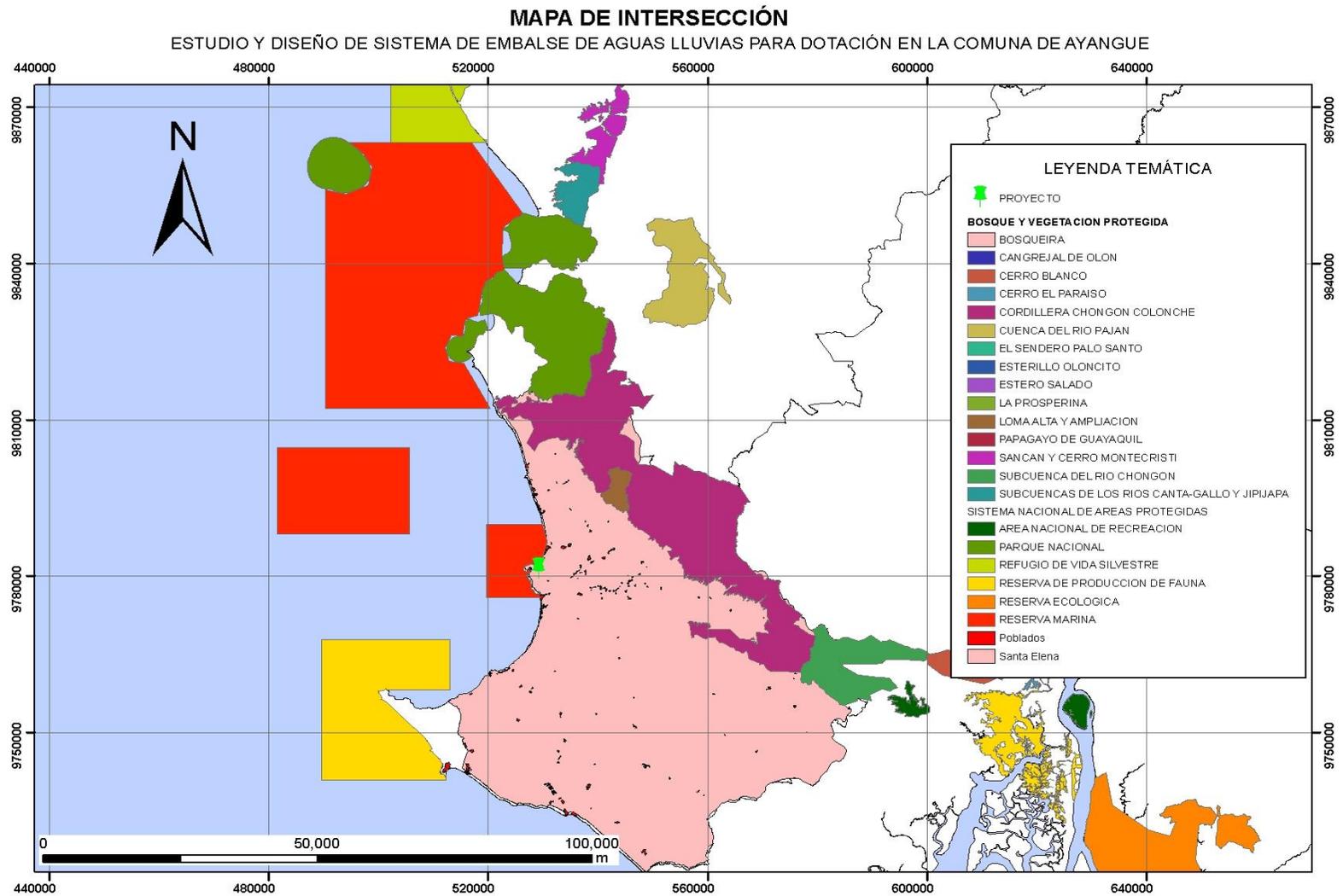


Figura 4.2 Evaluación de Impacto Ambiental Mapa de Intersección. Vista Macro. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

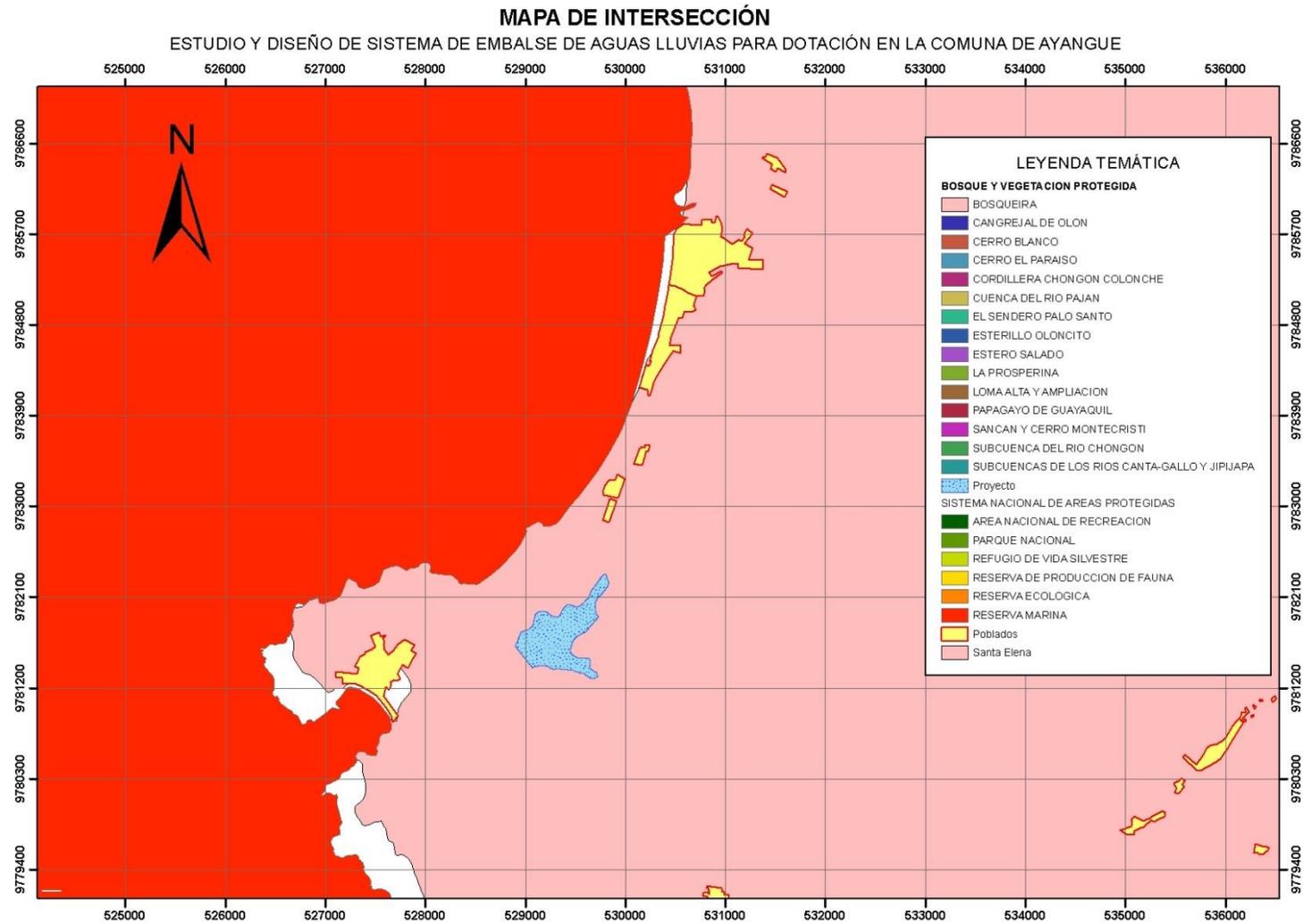


Figura 4.3 Evaluación de Impacto Ambiental Mapa de Intersección. Vista Micro. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

A pesar de no necesitar un plan de manejo ambiental es recomendable efectuar buenas prácticas ambientales, en las actividades más importante. Lo cual está contemplado en las especificaciones técnicas lo cual se encuentra en el **Apéndice I**.

En el **Apéndice J**, se describe el procedimiento que se debe realizar para la obtención de la **Licencia Ambiental Categoría IV**.

4.4 Lagunas de oxidación

En la comuna de Ayangue, existe dos lagunas de oxidación para el tratamiento de aguas residuales, estas no tienen un control sobre el impacto que genera en el medio ambiente, no se realiza controles, ensayos, para verificar el estado y calidad, además estas aguas se utilizan para el riego de cultivos, adyacentes a las algunas, los mismo que se comercializan en la población.

Por lo que, al no tener un control, se desconoce de la calidad del agua para utilizarla para el riego. Además, no se realiza mantenimiento en estas lagunas, y los lodos que se depositan en el fondo del lago, reducen la altura, carga hidráulica, terminando el periodo para la que fueron diseñadas, y en los próximos años se deberá dar mantenimiento o realizar un nuevo sistema para el tratamiento de las aguas residuales.

Estas lagunas están ubicadas en la cerradura de dos subcuencas, por lo que, en temporada de invierno, estas desbordan, y toda el agua se empoza en un lago, que está en el centro de la comuna, en contacto directo con la población y los turistas que llegan al balneario. Y hasta el momento no se ha tomado medidas correctivas para evitar este problema.

4.5 Análisis de Impacto Ambiental

Además, se realizó una valoración de impactos a través de la matriz de Leopold, para lo cual se consideró las acciones en las etapas de construcción, operación y mantenimiento, y los efectos en los factores ambientales, tierra, Agua, Atmosfera, Procesos, Flora, Fauna, Uso de tierra y aspectos culturales. Mediante esta matriz se valoró la magnitud e importancia para cada acción, y siendo el valor más alto el que genere mayor impacto en el ambiente.

ETAPA		CONSTRUCCION											OPERACIÓN					DESMANTELAMIENTO				TOTALES POSITIVOS	TOTALES NEGATIVOS
ACCIONES		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	NIVELACION Y REPLANTEO+	REMOCION DE CAPA VEGETAL	TRANSPORTE Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIA	DESALOJO DE CAPA VEGETAL	EXCAVACION DENTELON	ACARRO DE MATERIAL CUERPO DE PRESA	TENDIDO DE MATERIAL CUERPO DE PRESA	COMPACTADO MATERIAL CUERPO DE PRESA	IMPRIMACION D EGEOMEMBRANA	CONTROL DE ESTABILIDAD DETALUD	CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA	INCREMENTO DE CAPACIDAD DE EMBALSE	DISTRIBUCION DE AGUA	MANTENIMIENTO MENSUAL	LIMPIEZA DE CAPA DE SUELO	TRATAMIENTO DEL SUELO	DESALOJO DE MATERIAL	ISPECCION FINAL	RETIRADA DE EQUIPO Y MAQUINARIAS		
FACTORES																							
TIERRA	SUELOS	0	0	-5	-8	0	-8	-6	-6	-6	-5	0	0	0	0	0	+6	+7	-7	0	0	86	370
	GEOMORFOLOGIA	1	1	4	8	1	9	8	8	8	7	1	1	1	1	1	5	8	5	1	1	0	328
	MATERIALES DE CONSTRUCCION	0	0	-3	-8	0	-8	-6	-6	-6	-3	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	1	1
AGUA	SUPERFICIALES	1	1	4	8	1	9	8	8	8	7	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	0	65
	SUBTERRANEAS	0	0	0	0	0	-4	0	0	-3	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	CALIDAD DEL AGUA	0	0	0	0	0	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	TEMPERATURA	1	1	1	1	1	5	1	1	3	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
		1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	36
		0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	30	
	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	+9	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Figura 4.4 Matriz de Valoración de Impactos 1. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

ETAPA		CONSTRUCCION											OPERACIÓN				DESMANTELAMIENTO				TOTALES POSITIVOS	TOTALES NEGATIVOS	
ACCIONES		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	NIVELACION Y REPLANTEO+	REMOCION DE CAPA VEGETAL	TRANSPORTE Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIA	DESALOJO DE CAPA VEGETAL	EXCAVACION DENTELON	ACARREO DE MATERIAL CUERPO DE PRESA	TENDIDO DE MATERIAL CUERPO DE PRESA	COMPACTADO MATERIAL CUERPO DE PRESA	IMPRIMACION D EGEOMEMBRANA	CONTROL DE ESTABILIDAD DE TALUD	CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA	INCREMENTO DE CAPACIDAD DE EMBALSE	DISTRIBUCION DE AGUA	MANTENIMIENTO MENSUAL	LIMPIEZA DE CAPA DE SUELO	TRATAMIENTO DEL SUELO	DESALOJO DE MATERIAL	ISPECCION FINAL	RETIRADA DE EQUIPO Y MAQUINARIAS	TOTALES POSITIVOS	TOTALES NEGATIVOS
FACTORES																							
ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	0	0	-6	-8	-8	-3	-8	-8	-8	-8	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	441
		1	1	6	8	8	2	8	8	8	8	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	0	474
	NIVELES DE RUIDO	0	0	-6	-8	-8	-6	-8	-8	-8	-8	0	0	0	0	0	-6	0	0	0	0	0	0
		1	1	6	8	8	4	8	8	8	8	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	0	66
TEMPERATURA	0	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	186
PROCESOS	EROSION	-1	-1	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	42
	DEPOSICION SEDIMENTACION	0	0	0	-3	0	0	-3	-3	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	229
	CONPACTACION Y ASENTAMIENTO	0	0	0	-8	-8	0	-5	-5	-5	-4	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	7	7	1	5	5	5	3	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	0	306	
ESTABILIDAD DE TALUDES	0	0	-5	-5	-5	-7	-5	-5	-5	-5	0	0	-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1	8	8	8	8	5	5	5	5	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	0	306	

Figura 4.5 Matriz de Valoración de Impactos 2. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

ETAPA		CONSTRUCCION											OPERACIÓN				DESMANTELAMIENTO				TOTALES POSITIVOS	TOTALES NEGATIVOS		
ACCIONES	FACTORES	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	NIVELACION Y REPLANTEO+	REMOCION DE CAPA VEGETAL	TRANSPORTE Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIA	DESALOJO DE CAPA VEGETAL	EXCAVACION DENTELON	ACARREO DE MATERIAL CUERPO DE PRESA	TENDIDO DE MATERIAL CUERPO DE PRESA	COMPACTADO MATERIAL CUERPO DE PRESA	IMPRIMACION DE MEMBRANA	CONTROL DE ESTABILIDAD DE TALUD	CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA	INCREMENTO DE CAPACIDAD DE EMBALSE	DISTRIBUCION DE AGUA	MANTENIMIENTO MENSUAL	LIMPIEZA DE CAPA DE SUELO	TRATAMIENTO DEL SUELO	DESALOJO DE MATERIAL	ISPECCION FINAL			RETIRADA DE EQUIPO Y MAQUINARIAS	
FLORA	ARBOLES	0	0	-8	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	1	7	8	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ARBUSTOS	0	0	-8	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	1	7	8	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PRODUCTOS AGRICOLAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FAUNA	PAJAROS	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	ANIMALES TERRESTRES INCLUYENDO LOS REPTILES	0	0	-8	-7	-8	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
INSECTOS		0	0	-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 4.6 Matriz de Valoración de Impactos 3. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

ETAPA		CONSTRUCCION											OPERACIÓN				DESMANTELAMIENTO				TOTALES POSITIVOS	TOTALES NEGATIVOS	
ACCIONES		LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	NIVELACION Y REPLANTEO+	REMOCION DE CAPA VEGETAL	TRANSPORTE Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIA	DESALOJO DE CAPA VEGETAL	EXCAVACION DENTELON	ACARREO DE MATERIAL CUERPO	DE PRESA TENDIDO DE MATERIAL CUERPO	DE PRESA COMPACTADO MATERIAL CUERPO	DE PRESA IMPRIMACION EGOMEMBRANA	CONTROL DE ESTABILIDAD DE TALUD	CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA	INCREMENTO DE CAPACIDAD DE EMBALSE	DISTRIBUCION DE AGUA	MANTENIMIENTO MENSUAL	LIMPIEZA DE CAPA DE SUELO	TRATAMIENTO DEL SUELO	DESALOJO DE MATERIAL	ISPECCION FINAL	RETIRADA DE EQUIPO Y MAQUINARIAS	TOTALES POSITIVOS	TOTALES NEGATIVOS
FACTORES																							
USO DE TIERRA	AGRICULTURA	0	0	-6	-6	-6	0	0	0	0	0	0	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	1	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	0	85
ASPECTOS CULTURALES	SALUD Y SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+9	+5	+9	0	0	0	0	0	-9	192	81	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6	9	1	1	1	1	1	9			
	EMPLEO	5	5	5	6	5	6	6	6	6	6	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+1	-2	85	4	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2			
	ESTILO DE VIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+7	+7	0	0	0	0	0	-7	70	35	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	1	1	1	1	1	5			
TOTALES POSITIVOS		5	5	5	6	5	6	6	6	6	8	2	164	69	120	2	34	60	4	1	0	514	
TOTALES NEGATIVOS		1	3	377	528	304	366	318	318	327	281	0	0	235	0	0	45	0	50	0	120		3273

Figura 4.7 matriz de Valoración de Impactos 4. Leopold. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

De los impactos analizados, se determinó que la acción, en la etapa de construcción, Transporte y Movimiento de Maquinaria, genera mayor impacto en el ambiente, de esta acción de genero una matriz de encadenamiento para tener mejor visualización con respecto a la acción y el impacto en el ambiente. y de esta acción se propuso los siguientes planes de manejo ambiental.

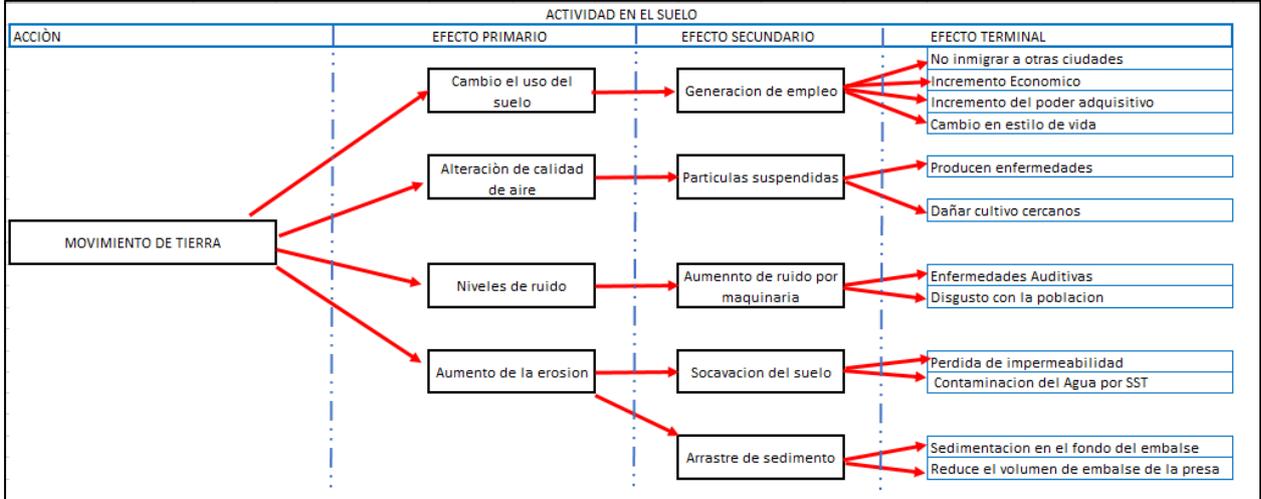


Figura 4.8 Matriz de Encadenamiento. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

Tabla 4.2 Plan de Manejo Ambiental: Prevención y Mitigación. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN					
ASPECTOS AMBIENTALES	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PPM-01 PLAZO (MESES)
Conservar la vegetación nativa	Pérdida de componente florístico y diversidad de la fauna	Durante el desbroce de la vegetación, se verificará la existencia de arbustos con características silviculturales para fuentes de semillas.	Densidad de flora y fauna	-Informe y registro fotográfico -Observación in situ	6
Conservar la calidad de la vegetación nativa	Afectación a la calidad del suelo	Recolección del material de suelo orgánico o capa vegetal, a ser removida en los sitios de excavación. Elegir un sitio en el que no se intervenga el área con maquinaria y personal, que puedan ocasionar afectaciones a la calidad del material, afín de acopiar el material orgánico y cubrirlo con las capas de cobertura vegetal retirada de las áreas de trabajo.	Densidad de flora y fauna	-Informe y registro fotográfico -Observación in situ	6
Mantener las condiciones adecuadas de drenaje Evitar la erosión del suelo	Afectación a la calidad del suelo y agua	Se evaluará la técnica adecuada de revegetación de suelos expuestos, considerando la pendiente y el tipo de suelo de estos, a fin de seleccionar la técnica adecuada. Se utilizará las especies provenientes de la cobertura vegetal removida en la actividad de desbroce	Densidad de flora y fauna	-Informe y registro fotográfico -Observación in situ. - Uso de cobertores	6

Tabla 4.3 Plan de Manejo Ambiental: desechos. Fuente: (Calderón & Mata, 2019).

PLAN DE DESECHOS					
					PDD-01
ASPECTOS AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACION	PLAZO (MESES)
Garantizar el manejo adecuado de la escombrera y los desechos de construcción	Afectación a la calidad del suelo y agua Contaminación del Aire, agua, suelo	Se designará el área de escombros en lugares que no se encuentren cercanos a fuentes hídricas y presenten condiciones de estabilidad en los suelos. Se realizará drenajes en los lugares destinados para escombros, que contribuyan a la estabilidad del suelo, que puede alterarse por la escorrentía superficial.	Volumen de desecho	Informe y registro fotográfico Observación in situ.	6
Garantizar un manejo adecuado de los desechos sólidos dentro del área de operación y su disposición final	- Pérdida de la calidad escénica -Ambientes contaminados, malos olores - Contaminación de otros componentes ambientales	Manejo técnico de los desechos sólidos en los puntos de generación y en los sitios de almacenamiento temporal (clasificación) y entrega para la disposición final.	Volumen de desecho	# de recolectores instalados Registro de cantidad y tipo de desechos entregados y recibidos en relleno sanitario o gestor ambiental Cadena de custodia	6

Tabla 4.4 Plan de Manejo Ambiental. Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental. Fuente: (Calderón & Mata, 2019)

PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL					
OBJETIVO:	Certificar que todo el personal involucrado en el proyecto de la represa de tierra para almacenar aguas lluvias esté debidamente informado y conozca a detalle los procedimientos de cumplimiento y ejecución en las diferentes actividades operacionales.				
LUGAR DE APLICACIÓN:	Comunidad de Ayangué				
RESPONSABLE:	Contratista				PCC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (MESES)
FASE DE CONSTRUCCIÓN					
Ruido y generación de polvo Social	Contaminación acústica, atmosférica, agua y suelo. Molestias a la población	Se capacitará al personal operativo y administrativo de la presa de tierra en los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> • Difusión del contenido del PMA • Procedimientos de salud y seguridad • Identificación de riesgos. • Temas de respuesta a emergencia • Condiciones y responsabilidades de operadores de la maquinaria. 	No. De capacitaciones realizadas	Registro de capacitación sobre los temas impartidos	6
FASE DE OPERACIÓN					
Ruido y generación de polvo Social	Contaminación acústica, atmosférica, agua y suelo. Molestias a la población	Se realizarán inducciones previas al ingreso de la presa relacionado con normas de seguridad y ambiente.	No. Inducciones realizadas	Registro de asistencia	6

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Se logró realizar los estudios sobre área, donde se plantea realizar el embalse del agua en la comuna de Ayangue, de los cuales se realizaron estudios topográficos, estudios de suelo, estudios hidrológicos, estudios de estabilidad de talud para los espaldones de la presa.
2. Tras realizar el levantamiento topográfico de la zona en cuestión, se pudo determinar que las condiciones y los relieves del sector son óptimos para embalsar agua lluvia en la comuna.
3. Luego de realizar los estudios geotécnicos, se pudo determinar las características de este que se encuentra en el sitio, ya que de estudios preliminares se pudo encontrar que en el área se encuentra la formación geológica Tosagua cuyas características son arcillas de color chocolates y limos, y mediante ensayos del laboratorio, se puede corroborar la existencia de dichos materiales, y que estos son adecuados para la conformación de la presa.
4. Después de realizar el estudio hidrológico se puede concluir, que la zona es adecuada para embalsar agua lluvias, pues debido a visitas técnicas en el lugar y a la confirmación de la población en muchas ocasiones llegan a formar un lago cerca de las viviendas y de los estudios se pudo obtener el caudal para el diseño del embalse.
5. Después de realizar el analizar de estabilidad en los espaldones de la presa, los factores de seguridad que fueron analizados por el programa SLIDE, son mayores a los que la Norma Ecuatoriana de la Construcción recomienda, por lo que se puede concluir que la presa garantiza seguridad y estabilidad.
6. Se puede concluir que el diseño del tanque logrará almacenar agua para la comuna, en los periodos de escasez, su diseñado contempla proyecciones a futuro de la población existente, lo cual lo cubrirá por varios años. Además, que contemplan las normas internacionales que recomienda el diseño de reservorio de agua.

7. Luego de la elaboración del Análisis de precios unitarios se logró obtener el presupuesto para la construcción de la presa con un valor estimado \$519,491.63. El tanque de hormigón armado con un valor de \$96,730.62 llegando a al monto final del proyecto de \$709,080.76.
8. Mediante la presa diseñada se dispondrá de un embalse de 718,141.7 m³
9. El embalse que se lograría con el proyecto permitirá el abastecimiento de agua para ser potabilizada durante todo el año, además el lago se transformara en un área en un área de atracciones turísticas.

5.2 Recomendaciones

1. Siendo consciente con la necesidad de la falta de agua en la región de la península, es recomendable comenzar a captar y almacenar volúmenes de agua dulce para beneficio de la comunidad y de las poblaciones aledañas.
2. Se recomienda realizar estudios similares en otras subcuencas de la península para mitigar el problema de la falta de agua.
3. Dar mantenimiento constante a la presa y verificar los parámetros sean óptimos de los materiales en las etapas constructivas.
4. Dar seguimiento y monitoreo constante a las actividades que se realicen, y realizar ensayos in situ con la finalidad de evaluar la calidad de los diferentes tipos de materiales que se debe colocar, Evitando posteriores inconvenientes debido a métodos constructivos.
5. Seguir las buenas prácticas de construcción en todas las etapas del proyecto

BIBLIOGRAFÍA

- MIDUVI. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción, MIDUVI*. Quito: MIDUVI.
- Ministerio del Ambiente. (19 de Agosto de 2019). *Consulta de Actividad Ambiental*.
Obtenido de Catalogo de Actividades Ambientales:
http://suia.ambiente.gob.ec/bg/catalogo_ambiental
- American Concrete Institute. ACI 350. (2001). *ACI 350. 3-01: Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures and Commentary (350.3 R-01)*. Farmington Hills.
- American concrete Institute. ACI 350.1. (2001). *Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structure (ACI 350-01) and Commentary (350R-01)*. Farmington Hills. Mich.
- Angel, A. A. (2015). *Plan de Desarrollo Económico para la comuna de Ayangué, parroquia Colónche, Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena*. La Libertad.
- Angelone, S. (2003). *Estabilidad de Taludes*. Santa Fe, Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- Blanco, M., Noval, A. M., García, C., & Martín, A. (2013). *Embalse de Buen Paso: Seguimiento y patología de la membrana de PEAD. Congreso Geosintec Iberia*. Sevilla, España.
- Calderón, B. S., & Mata, J. D. (2019). Guayaquil.
- Calidad Ambiental. (2015). *Sistema Único de Información Ambiental - SUIA: Catalogo de Proyectos, obras o Actividades*.
- Chow, V. T. (1994). *Hidrología Aplicada*. Santa Fe de Bogotá, Colombia: McGraw Hill Interamericana, S.A.
- Código Orgánico Organización Territorial. (2008). *Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Decentralización*. Quito.
- Duque., P. (2000). Breve lexico estratigrafico de Ecuador. *Sistema de informacion geologica y minera*, 98pp.
- EKOPRAXIS. (2013). *Estudio de impacto ambiental Ex-ante y plan de manejo ambiental: Proyecto Urbanística "Casa del Sol"*. Libertad.

- Fellenius, W. (1936). *Calculation of the stability of Earth Dams*. Washintong D. C. , USA: Second Congress on Large Dams .
- Ferrufino, J., & Moereira, S. (2006). *Material de apoyo didáctico para la enseñza y aprendizaje de la asignatura de Obras Hidráulicas II*. Cochabamba, Bolivia.
- Gobierno de la Ciudad de Mexico. (25 de Agosto de 2008). *Normas técnicas complementarias para el Diseño y Ejecucion de obras e Instalaciones Hidraulicas*. Obtenido de Secretaria de la controlaria general: <http://cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/747.pdf>
- ICOLD. (2007). *Las presas y el Agua en el Mundo*. París, Francia .
- IGM. (17 de Agosto de 2019). *Geoportal GIM*. Obtenido de Capas de Información Geográfica Básica del IGM de Libre Acceso: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>
- INAH. (16 de Agosto de 2019). *Servicio Metereologico*. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/gisweb/Historicos/METEOROLOGIA/CлимATOLOGIA/jpg/Climas%20del%20Ecuador.jpg>
- INAMHI. (2017). *Anuario Meteorológico*. Quito, Ecuador.
- INAMHI. (16 de Agosto de 2019). *Red de estaciones automaticas Hidrometeorologicas*. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/gisweb/ESTACIONES_METEOROLOGICAS_DE_OSONOZONDEO_2017/
- Jara D, Moreira S, Sánchez R. (2012). *Evaluación del uso turístico del Balneario de Ayangue*. Guayaquil.
- Laboratorio de Mecanica de Suelos, Rocas y Materiales. (2015). *Guía para el ensayo de: Limite Liquido y Limite plastico de suelos*. Guayaquil.
- Martinez Marín, E., Batanero Akerman, P., Martinez Gonzales , I., Martinez Olmos, E., & Gonzalez Ordoñez, E. (1970). *Berau Of Reclamation: Dlsño de pequeñas presas. Traducción de la 3era edicion Americana*. Madrid: DOSSAT.
- Ministerio de Agricultura. (2007). *Evaluacion de los recursos hídricos en las ceuncas de los rios casma, culebras y huarmey*. Huarmey.

- Ministerio de Desarrollo local de la Federacion Rusa. (2013). *Estructuras Hidráulicas. Fundamentos*. Moscú, Rusia: MDLFR.
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento territorial y Medio Ambiente. (2011). *Manual de diseño y construcción de pequeñas presas*. Montevideo Uruguay.
- Ministerio del Ambiente. (19 de Agosto de 2019). *Regularización Ambiental*. Obtenido de Registro del Proyecto: <http://regularizacion-control.ambiente.gob.ec/suia-iii/prevencion/registroProyecto/registro>.
- Minsiterio del Ambiente. (2015). *Reforma del Libro VI del texto unificado de Legislacion Secundaria* . Quito: CEP.
- Navarro Aguilera, M. A. (2007). *Estimulación de funciones de distribución de probabilidad, para cudales máximos, en la región del Maule*. Talca. Chile.
- NEC-SE-DS. (2015). *Peligro sSísmico. Dlseño Sismo Resistente*. . MIDUVI.
- NEC-SE-GC. (2015). *Geotecnia y Cimentaciones*. MIDUVI.
- Ordoñez, M. J. (2006). *Micopaleontologia ecuatoriana. Datos Bioestratigraficos y Paleoecologicos de las cuencas: Graven de Jambeli*.
- Ortiz P, Cruz E, Saenz J. (2007). *Propuesta de equipamiento en el sector Ayangue y su Operatividad*. Guayaquil.
- Perez Campomanes, G. P. (2016). *Manual de Obras Hidraulicas*. Lima, Peru.
- Reutelshöfer, T. (2015). *Guia de Operación y mantenimiento de lagunas de Oxidacion en Planta de Tratamiento de Aguas residuales*. La paz, Bolivia: PERIAGUA.
- Riba, C. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona: UPC.
- Rodrigues, M., & Salazar , R. (2017). *Control de Inundaciones y diseño de soluciones viales epseciales en la población de Ayangue, Cantón Snata Elena*. Guayaquil.
- Rodriguez Ruiz, P. (2008). Hidráulica II. En P. Rodriguez Ruiz, *Hidráulica II* (pág. 6). Oxaca.
- Romàn, F. J. (2004). *Precipitaciones*. España, Salamanca: Departamento de Geologia Universidad de Salamanca .
- Sandoval Erazo, I. W. (17 de Agosto de 2019). *Diseño de Obras Hidrotécnicas*. Quito: EDIESPE. Obtenido de Capitulo 1: Presas y Embalses: https://www.researchgate.net/publication/326560488_Capitulo_1_Presas_y_Embalses

- Sergio Fattorelli, P. C. (2011). *Diseño Hidrológico*. Italia, Padova: Water Assessment y Advisory Global Network.
- Sistema Unico de Informacion Ambiental - SUIA. (2015). *Catalogo: Categorización Ambiental Nacional (CCAN)*. Quito: Ministerio del Ambiente.
- Suarez, D. J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda.
- Tecnología, F. E. (2004). *Meteorología y Climatología*. España: Villena Artes Gráficas.
- Topografic-Map. (16 de Agosto de 2019). *Mapa Topografico Ayangue* . Obtenido de Topografic Map: <https://es-ec.topographic-map.com/maps/6odv/Santa-Elena/Valle>, J. P. (2009). *Tesis: "Diseño de la Dosificación para hormigón compactado con rodillo y base estabilizada con cemento para su uso en las vías de manabi"* . Guayaquil.
- Whittaker., J. E. (1988). *Benthic Cenozoic Foraminifera from Ecuador (Coastal Area)*. Natural History: Museum British London.
- Zhelezniakov, G. (1984). *Hidrología, Hidrometría y Regulación de Escorrentía*. Moscú, Rusia: Kolos.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Puntuación de Alternativas no seleccionadas

APÉNDICE B

Parámetros Geomorfológicos de la cuenca en el área de estudio.

APÉNDICE C

**Volumen de embalse mediante el programa de computadora
Civil3D.**

APÉNDICE D

Resultados de ensayos realizados en el Laboratorio de Suelos y Rocas

APÉNDICE E

Volumen de Material de la Presa. Cálculo realizado mediante el programa de computadora Civil3D.

APÉNDICE F

Análisis de Estabilidad de Espaldones de la Presa.

APÉNDICE G

**Volumen de Material del Aliviadero. Cálculo realizado
mediante el programa de computadora Civil3D**

APÉNDICE H

Cálculo del Tanque de Almacenamiento de Agua Potable.

APÉNDICE I

**Presupuesto: Análisis de Precios Unitarios y
Especificaciones técnicas.**

APÉNDICE J
Estudio de Impacto Ambiental