

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de dique para embalsamiento de agua dulce en la comuna
Libertador Bolívar, provincia de Santa Elena

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Gabriel Eduardo Rivera Vinces

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

A mis padres Ramón y Fátima, a mis hermanos Gabriela y Ramón a ustedes les dedico este proyecto por el apoyo incondicional que siempre me han brindado y ser un pilar fundamental en mi vida, gracias por tanto.

Gabriel Eduardo Rivera Vincés

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía en todos estos años, a mi familia, amigos y profesores que siempre estuvieron dispuestos a prestar su ayuda de manera desinteresada, y en especial a mi tutor, PhD. Miguel Chávez por su predisposición y orientación en la realización de este proyecto.

Gabriel Eduardo Rivera Vincés

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Rivera Vinces Gabriel Eduardo y doy mi 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”

Gabriel Rivera Vinces

EVALUADORES

.....
PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo

PROFESOR DE LA MATERIA - PROFESOR TUTOR

RESUMEN

La comuna Libertador Bolívar en época de estiaje ha presentado problemas de escasez referente al recurso hídrico, y a pesar de que el agua potable para consumo de la comuna proviene desde la parroquia Manglaralto, el bajo nivel del cauce presenta complicaciones para los terrenos aledaños en temas de riego para sembrío.

Por lo cual el presente documento propone el diseño de un dique para embalsamiento del río, el cual a partir de un análisis topográfico se escogió el sitio más idóneo para la ubicación del proyecto, de modo que se podrá incrementar significativamente el agua superficial, aportando positivamente en la necesidad requerida. En cuando al predimensionamiento del dique se escogieron taludes de poca pendiente de manera conservadora para incremento de la estabilidad de la misma, corroborando las medidas por medio del uso del software Galena.

Además de las medidas que deberá tener el dique, se presenta el diseño de un canal aliviadero lateral el cual servirá para evacuación del agua cuando ésta llegue a la máxima cota de embalse, evitando así el desbordamiento sobre la corona.

El diseño propuesto tiene la factibilidad en cuanto al costo total para su construcción, esto debido a que el material que se encuentra en el cauce es apto para su uso como material de relleno para la formación del dique, incrementando así la capacidad del embalse debido a la excavación que se realizará.

Palabras Clave: dique, embalse, estabilidad, aliviadero.

ABSTRACT

The Libertador Bolívar commune during the dry season has presented shortage problems regarding the water resource and although the drinking water for consumption of the commune comes from the Manglaralto parish, the low level of the river bed presents complications for the adjacent lands in irrigation issues for sowing. Therefore, this document proposes the design of a dike for embalmment of the river, which from a topographic analysis was chosen the most suitable site for the location of the project, so that it will be able to significantly increase the surface water, contributing positively in the required need.

As for the pre-sizing of the dam, slopes with a low slope were chosen in a conservative manner to increase the stability of the dam, corroborating the measurements through the use of the Galena software.

In addition to the measures that the dike should have, the design of a lateral spillway channel is presented, which will serve to evacuate the water when it reaches the maximum level of the reservoir, thus avoiding the overflow on the crown.

The proposed design has the feasibility as to the total cost for its construction, this because the material that is in the channel is suitable for use as a filling material for the formation of the dam, thus increasing the capacity of the reservoir due to the excavation that will be made.

Keywords: dam, reservoir, stability, spillway

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE PLANOS	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	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 Marco teórico	2
1.4.1 Presas de Tierra.....	2
1.4.2 Infiltración y redes de flujo a través de presas de tierra	4
1.4.3 Drenaje en presas	5
1.4.4 Aliviadero	5
1.4.5 Software Galena.....	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. Metodología	7

2.1	Levantamiento Topográfico	7
2.2	Toma de muestra.....	8
2.3	Alternativas de sitio de cierre.....	8
2.4	Dimensionamiento de la presa	9
2.4.1	Caudal de infiltraciones.....	10
2.5	Estudio Hidrológico.....	10
2.6	Dimensionamiento del canal vertedero.....	11
2.7	Regularización Ambiental	12
2.8	Presupuesto.....	13
CAPÍTULO 3.....		14
3.	Resultados Y ANÁLISIS.....	14
3.1	Localización General	14
3.2	Topografía del área de estudio	15
3.3	Estudio geológico y geotécnico	17
3.3.1	Caracterización geotécnica	18
3.4	Diseño del cuerpo de la presa	18
3.4.1	Ubicación de la presa.....	18
3.4.2	Eje de presa	19
3.4.3	Dimensionamiento del cuerpo de la presa	21
3.4.4	Volumen de embalse.....	22
3.4.5	Perfil típico	23
3.4.6	Redes de flujo	24
3.5	Estudio Hidrológico.....	25
3.5.1	Área de la cuenca de drenaje	25
3.5.2	Caudal.....	25
3.6	Canal Aliviadero.....	26

3.6.1	Dimensionamiento de la sección transversal	27
3.7	Análisis de estabilidad de la presa.....	29
3.7.1	Análisis estático.....	30
3.7.2	Análisis dinámico.....	31
3.7.3	Análisis con muro de apoyo	33
3.8	Regularización Ambiental	34
3.9	Presupuesto.....	34
CAPÍTULO 4.....		36
4.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	36
	Conclusiones	36
	Recomendaciones	37
BIBLIOGRAFÍA.....		38
APÉNDICES		39

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CIPAT	Centro de Investigación Politécnica Aplicada a Ciencias de la Tierra
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
G.P.S	Global Positioning System
SUIA	Sistema Unico de Información Ambiental
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
APU	Análisis de Precios Unitarios

SIMBOLOGÍA

m	Metros
cm	Centímetro
mm	Milímetros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
ha	Hectáreas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Filtración de presa homogénea	4
Figura 1.2 Presa homogénea con dren.....	5
Figura 1.3 Canal aliviadero conjunto a la presa Oroville, Estados Unidos.....	6
Figura 2.1 Ortofoto de la zona a ubicarse el cierre	9
Figura 2.2 Categorización del proyecto	13
Figura 3.1 Localización del proyecto.....	14
Figura 3.2 Vista aérea de la zona de estudio.....	15
Figura 3.3 Levantamiento topográfico del área de embalse mostrando el eje de presa	16
Figura 3.4 Formaciones geológicas existentes en el área del proyecto.....	17
Figura 3.5 Perfil transversal del valle en el sitio de la presa	19
Figura 3.6 Eje de presa.....	20
Figura 3.7 Perfiles transversales al eje de la presa	21
Figura 3.8 Secciones típicas de la presa a lo largo del eje.....	22
Figura 3.9 Vista en planta de la ubicación de la presa.....	23
Figura 3.10 Vista de perfil de la sección mayor de la presa.....	24
Figura 3.11 Red de flujo bidimensional en el perfil típico de la presa	24
Figura 3.12 Ubicación en planta del aliviadero	28
Figura 3.13 Secciones típicas del canal aliviadero	28
Figura 3.14 Estabilidad del espaldón aguas arriba	30
Figura 3.15 Estabilidad del espaldón aguas abajo.....	31
Figura 3.16 Estabilidad del espaldón aguas arriba considerando sismo	32
Figura 3.17 Estabilidad del espaldón aguas abajo considerando sismo.....	32
Figura 3.18 Estabilidad del espaldón aguas abajo junto con muro de apoyo sin considerar sismo.....	33
Figura 3.19 Estabilidad del espaldón aguas abajo junto con muro de apoyo sin considerando un sismo.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Coordenada céntrica de la ubicación de la presa	19
Tabla 3.2 Coordenadas del eje de la presa	20
Tabla 3.3 Volumen del cuerpo de la presa	22
Tabla 3.4 Volumen de embalse	23
Tabla 3.5 Precipitaciones máximas en 24 horas.....	25
Tabla 3.6 Volumen de excavación para la construcción del aliviadero	29
Tabla 3.7 Presupuesto de la obra	35

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Implantación de la presa y secciones transversales.
- PLANO 2 Implantación del canal aliviadero y secciones transversales.
- PLANO 3 Reservorio aguas arriba y perfil longitudinal del eje de presa.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La comuna Libertador Bolívar o Atravesado, perteneciente a la parroquia Manglaralto, ubicada al norte de la provincia de Santa Elena cuenta con aproximadamente 2600 habitantes (INEC,2010) y es considerado un punto turístico importante de la provincia debido a que la playa que se encuentra en la comuna integra la ruta del Spondylus.

Siendo una comuna pequeña y teniendo los servicios básicos en la mayoría de las viviendas, una de las mayores problemáticas recurre en la escasez de agua potable en época de verano. Esto debido a que la red principal proviene de la cabecera parroquial Manglaralto la cual obtiene el recurso netamente del cauce del río que lleva el mismo nombre.

Por lo cual la comunidad se ha visto en la necesidad de crear cierres en diferentes puntos en el río mediante la construcción de diques con la finalidad de poder acumular el agua que posterior la extraen mediante pozos

1.1 Descripción del problema

La comuna Libertador Bolívar en varias épocas de estiaje se ha visto contrariada debido a la escasez de agua presente en el efluente, y a pesar de que el agua potable para consumo de la comuna proviene del río Manglaralto, la escasez en el río Atravesado limita las posibilidades de consumo de agua potable y sembrío a los terrenos aledaños alrededor del cauce.

1.2 Justificación del problema

La construcción de un dique para embalsamiento del río Atravesado asegura el almacenamiento del agua fluvial tanto superficial como del acuífero aguas arriba del sitio de cierre. Lo cual será de gran aportación hacia la comunidad en época de escasez, ya que permitirá el consumo de agua para los terrenos aledaños, debido a que comunidad tienen el objetivo de reforestar dichos terrenos con árboles maderables, por la importancia de productos que se pueden llegar a comercializar en la zona, ya que en la actualidad existe la comercialización de productos a base de tagua y más, aumentando así el turismo y comercio del lugar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un dique para embalsamiento del río Atravesado en la comuna Libertador Bolívar, el cual sea funcional para almacenamiento de agua fluvial.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar el sitio óptimo para la ubicación del dique por medio del análisis de la topografía del lugar.
- Considerar estudios previos en diseños de dique en la parroquia.
- Seleccionar las medidas que tendrá el dique para comprobación del factor de seguridad referente a la estabilidad.
- Determinar las secciones transversales de los perfiles que se generarán en el cuerpo de la presa para la estimación del material requerido a excavar.
- Realizar un análisis hidrológico de la cuenca del río para el predimensionamiento del aliviadero.

1.4 Marco teórico

La construcción de un dique está ligada al diferente funcionamiento para el cual puede estar destinado, ya que los mismos se construyen con el objetivo de embalsar, desviar un cauce o simplemente para retención de taludes. Siendo en este caso de estudio el uso para embalsamiento de un río.

Los diques o presas para embalse se realizan con la finalidad de retener el agua en época invernal, debido al aumento del nivel de agua, y así tener abastecimiento del fluido en época de escases.

Según la Bureau of Reclamation en Diseño de presas pequeñas además de su uso, la clasificación de un dique o presa está relacionada por los materiales a emplearse, siendo los más comunes: de tierra, escollera y hormigón.

1.4.1 Presas de Tierra

Las presas de tierra son comúnmente las más usadas debido a la factibilidad constructiva como también al costo total que repercute a la obra en comparación

a las de hormigón, esto debido a que en la mayoría de los casos los materiales usados son propios de la zona y no requieren un tratamiento previo. (Novak, Moffat, & Nalluri, 2001)

En presas de tierra los terraplenes suelen tener la misma pendiente, por lo general bastante tendidos, la cual incrementa considerablemente el volumen con respecto a la altura del mismo.

Dependiendo del material a emplearse en el cuerpo de presa, como su método constructivo, según la Bureau of Reclamation en Diseño de Presas Pequeñas se pueden clasificar en: presa de Pantalla, cuando el interior de la misma ya sea el talud o el núcleo presentan un material impermeable. Heterogéneas, de núcleo impermeable cubierto por zonas de diferentes materiales, la cuales pueden ser grava, canto rodado y fragmento de rocas, dando estabilidad y protección a los taludes, y homogéneas la cual es de interés para el presente proyecto.

1.4.1.1 Presas homogéneas

Constituidas de un solo material, debido a que no presentan protección en la impermeabilización del interior de la presa se producirá un flujo laminar a lo largo de los taludes sin presentar afectación.

Una presa de materiales granulares aluviales posee un ángulo de fricción alto aun en condiciones de saturación, por lo cual presentan una buena estabilidad ante esfuerzos cortante.

Como medida de seguridad en presas de tierra homogéneas se utilizan taludes tendidos, aportando a la estabilidad como también medida de mitigación en desprendimiento de material debido a la filtración. Ante la capacidad máxima de embalse que presentará la presa por un tiempo prolongado, el talud aguas abajo se verá afectado a 1/3 de su altura, como se observa en la siguiente figura. (Bureau of Reclamation, 2007)

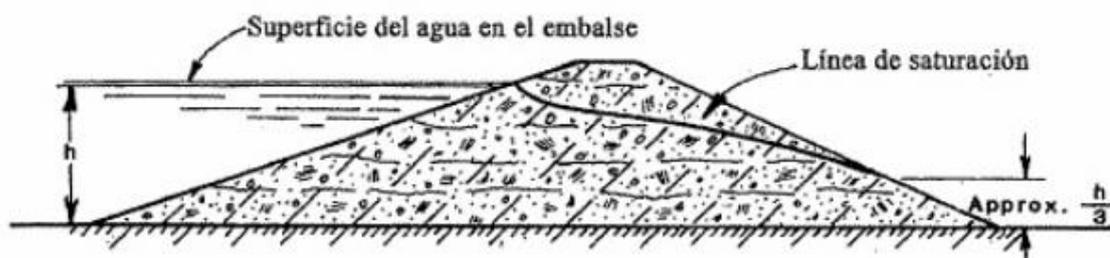


Figura 1.1 Filtración de presa homogénea

Fuente: Bureau of Reclamation

Ante este evento que se producirá en la parte aguas abajo, una medida de mitigación es la incorporación de material granular de mayor diámetro al presente en el cuerpo de la presa como pie de presa, trabajando como dren ante la filtración, evitando así la erosión en esta sección. (Bureau of Reclamation, 2007).

1.4.2 Infiltración y redes de flujo a través de presas de tierra

En presas de tierra un aspecto a considerarse es la pérdida de caudal a través del cuerpo de la misma, la cual está condicionada por la carga hidráulica que originará el tránsito del fluido, esto a partir de las características del material a emplearse. Las infiltraciones con el tiempo pueden llegar a erosionar parte del cuerpo de la presa causando así desprendimiento de material o asentamientos.

Para el cálculo del caudal de infiltraciones se hace uso de la ley de Darcy la cual está ligada a la red de flujo que se origina en la parte interna de la presa. Las redes de flujo están compuestas por:

- **Líneas de flujo:** describen el camino que tiene a seguir el flujo desde aguas arriba hacia aguas abajo.
- **Líneas equipotenciales:** indican las diferentes cargas de energía siendo la misma carga a lo largo de una misma línea.

La combinación de varias de estas líneas forma la red de flujo, trazándose así las equipotenciales perpendicularmente a las líneas de flujo. (Ferrufino & Moreira, 2006).

1.4.3 Drenaje en presas

El drenaje sirve para el control de infiltraciones que se van a producir a lo largo del ancho de la presa por el tránsito del agua, a pesar de existir varios tipos de drenaje la condicionante en la selección del mismo dependerá del material con el que estarán formados los taludes y además del control erosión interna que se quiera lograr.

En presas homogéneas cuyo material es permeable, el paramento aguas abajo funcionará como dren natural, sin embargo, en este tipo de presas se suele añadir además un pie de drenaje el cual aparte del control de las filtraciones aporta resistencia y estabilidad al talud, ubicándose el mismo en el paramento aguas abajo. (Ferrufino & Moreira, 2006).

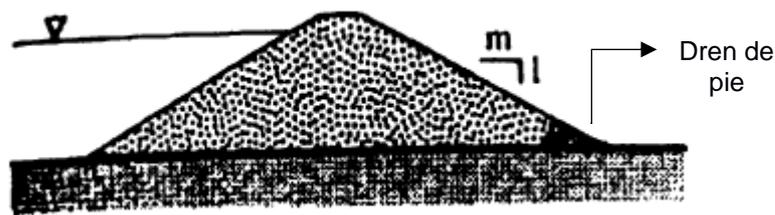


Figura 1.2 Presa homogénea con dren

Fuente: Estructuras Hidráulicas

1.4.4 Aliviadero

Una de las causas por la cual las presas de tierra pueden llegar a fallar, se debe por el desbordamiento del agua sobre la corona, debido a que esta acción puede llegar a erosionar parte de los taludes por el desprendimiento y arrastre del material granular.

Como medida de control para la estabilidad del cuerpo de la presa y además de la funcionalidad hasta la cota máxima de embalse, teniendo en consideración un borde libre, se implementa un canal en los extremos de la presa para el control de evacuación de agua cuando esta sobrepase el nivel máximo de embalse.

En presas de tierra o enrocado es aconsejable la colocación del vertedero de canal lateral, debido a que no es factible el uso de vertederos en caída libre debido a la erosión que puede generar. A pesar de ser un vertedero tipo canal el diseño está sujeto a la metodología para vertedero de caída libre, en el cual la profundidad, ancho y pendiente lateral deben diseñarse con la finalidad de que el máximo caudal que se generará en el cauce pase sobre el vertedero. (Novak, Moffat, & Nalluri, 2001).



Figura 1.3 Canal aliviadero conjunto a la presa Oroville, Estados Unidos

Fuente: Departamento de Recursos Hídricos de California

1.4.5 Software Galena

El software Galena es un reconocido programa a nivel mundial el cual realiza análisis de estabilidad de taludes a partir de los parámetros del material granular y el entorno, por lo cual para la realización del presente proyecto se hará uso del mismo para comprobación en la estabilidad del cuerpo de la presa.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El trabajo se inició con la visita a la comuna Libertador Bolívar, con cuyo directivo se efectuó por las posibles áreas para lograr construir un embalse de agua dulce. Se levantó toda la información disponible en el terreno y también la que se generó en la realización de un proyecto homólogo realizado en una cuenca de drenaje contigua, denominada Manglaralto.

Se realizó un plan de trabajo de campo, laboratorio y gabinete, los cuales se cumplieron satisfactoriamente. Uno de los primeros trabajos en realizarse fue el levantamiento topográfico detallado del valle del río. Posteriormente se efectuó la prospección geológica y geotécnica del área de interés, además de la obtención de muestras de suelo para la realización de ensayos en el laboratorio de suelos de la ESPOL. Como también se efectuó el análisis hidrológico. Procesando así toda la información existente previo a la realización del presente trabajo más la obtenida de estudios anteriores fue procesada.

Así se definió la capacidad de embalse y al mismo tiempo el sitio de cierre, a continuación, se definió el emplazamiento del aliviadero, efectuándose así el diseño del cuerpo de presa y del canal aliviadero.

Teniendo los diseños definitivos se efectuó el estudio de la regularización ambiental que posee el proyecto como también la elaboración del presupuesto para la construcción del dique.

2.1 Levantamiento Topográfico

Una de las informaciones preliminares que se obtuvo fue la topografía del lugar levantada previamente con dron, sin embargo, con la misma no fue posible visualizar debidamente las curvas de nivel, como también un área extensa del vaso. Debido a esto se procedió a realizar un levantamiento topográfico mediante un GPS diferencial de alta precisión.

Para el nuevo levantamiento topográfico se realizó un recorrido de aproximadamente 700 metros de manera longitudinal aguas arriba del puente que atraviesa la comunidad Libertador Bolívar y 50 metros a los costados del eje del río tanto para la parte derecha como izquierda, en toda la dirección del río se tomaron los datos del fondo y ancho del mismo, partiendo desde ahí hacia el valle. Sin embargo, por la variabilidad en la topografía del lugar y la presencia de materia vegetal espinosa existieron zonas donde no se pudo completar la distancia de 50 metros transversalmente, compensado así con mayor longitud en las zonas despejadas. Aunque en las zonas de posible cierre para la ubicación del dique se realizó una mayor toma de puntos de las secciones. Al final se levantó un total de 682 puntos.

Los programas empleados en el procesamiento de los datos obtenidos fueron Civil 3D y ArcGIS con su herramienta de ArcMap. El primero fue utilizado para la generación de las curvas de nivel y el abscisado del eje central del río, el cual permitió analizar y localizar los posibles ejes de la presa y así elegir el más conveniente, determinar el área de embalse y a partir de la altura de la presa la capacidad del volumen posible a embalsar. El segundo sirvió para el cálculo del área de drenaje en el punto más bajo del efluente.

2.2 Toma de muestra

En las visitas que se realizaron al lugar del proyecto se procedió a la recolección de muestras del material granular presente en el cauce, para así mediante ensayos de laboratorio determinar las capacidades del material.

2.3 Alternativas de sitio de cierre

En primera instancia se seleccionaron dos puntos posibles de cierre a partir de las curvas de nivel y la ortofoto del área, como se observa en la siguiente figura.



Figura 2.1 Ortofoto de la zona a ubicarse el cierre

Fuente: CIPAT

Después del reconocimiento del lugar mediante las visitas que se realizaron y la creación de los perfiles transversales en los puntos tentativos se descartó la ubicación A debido a que la capacidad de embalse estaría limitada como también la creación del canal aliviadero. El sitio B debido a que a pesar de que presentaba la factibilidad en la construcción del aliviadero de manera recta, la cual cortaba la curva que presenta en esa sección el río, la restricción en ese punto era mayor ya que iba a generar mayor movimiento de tierra lo cual afectaría a los dueños del mismo debido a la expropiación del terreno, aumento así el costo de la obra. Teniendo en consideración la capacidad de embalse que se genera y la factibilidad en la construcción, el sitio de cierre escogido es la tercera opción.

Teniendo el sitio de cierre es necesario realizar un análisis de factibilidad para las dimensiones de la presa. Tomando en consideración a qué altura se podrá ubicar la corona sin producir afectaciones a las viviendas que se encuentren cerca del mismo.

2.4 Dimensionamiento de la presa

Para el predimensionamiento de la presa se tomará en consideración medidas recomendadas para presas de material granular. Se utilizó el software Galena el cual calcula el factor de seguridad que presenta el cuerpo de la presa tanto para la parte aguas arriba como aguas abajo a partir de las medidas que tendrá la misma como es el talud, altura máxima de corona, de embalse y las características geomecánicas que posee el material granular a ubicarse en el cuerpo de la presa y el que se encuentra en la superficie del cauce.

Conociendo la estabilidad de la presa a partir de las medidas establecidas se realiza las secciones transversales que poseerá la presa a lo largo de su eje, calculando así la cantidad de material que se necesitará excavar del cauce.

Como también el cálculo de la capacidad de embalse que se puede llegar a obtener hasta la cota máxima de embalse, teniendo en consideración un borde libre hasta la corona de la presa.

2.4.1 Caudal de infiltraciones

Se determina a partir de la sección típica de la presa y la red de flujo bidimensional que incluye las líneas de corriente (líneas de flujo y líneas equipotenciales). Esta situación se produce cuando la presa tiene el agua embalsada a la cota 6.

A partir de las secciones transversales de la presa se puede escoger la mayor sección que presentará la misma como el perfil típico de la presa, en la cual se dibuja la red de flujo bidimensional que incluye líneas equipotenciales y líneas de flujo, y mediante la ecuación de Darcy se determinó el caudal de infiltraciones que se producirá a través de la presa.

$$Q = kh \left(\frac{n_f}{n_d} \right) \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Siendo:

k= coeficiente de permeabilidad

h = carga hidrostática

nf = líneas de flujo

nd = líneas equipotenciales

2.5 Estudio Hidrológico

Una vez teniendo el sitio para la colocación del dique fue necesario realizar el estudio hidrológico presente en el área de la cuenca del río, esto para poder

conocer el caudal de aportación en el afluente y junto con los datos geológicos del material granular calcular las dimensiones del aliviadero. Para el cálculo del caudal se usaron datos de precipitaciones ocurridas en Libertador Bolívar, los cuales fueron extraídos de anuarios meteorológicos presentes en el INAMHI.

Y mediante el uso de la metodología de las distribuciones de valor extremo o distribución de Gumbel se tiene:

$$X_t = \alpha y_T + u \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde:

X_T = Precipitación media máxima para un determinado tiempo de retorno.

$$\alpha = \sqrt{6}S_x/\pi \quad S_x = \text{desviación estandar} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

$$y_T = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right) \quad \text{Ecuación 2.4}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772\alpha \quad \text{Ecuación 2.5}$$

Teniendo la precipitación para un determinado tiempo de retorno se puede calcular el caudal de escorrentía que se producirá en el área de la cuenca.

$$Q = CIA \quad \text{Ecuación 2.6}$$

Donde:

C = coeficiente de reducción ligado al tipo de terreno.

I = intensidad máxima (m/s)

A = área de la cuenca (m²)

2.6 Dimensionamiento del canal vertedero

A partir del caudal que se producirá en la cuenca se utilizó la metodología de la velocidad máxima permisible para dimensionar la sección transversal que tendrá el aliviadero, la cual es una velocidad promedio que no causará erosión a las paredes del aliviadero. En la cual a partir del material de la zona se determinan el coeficiente de Manning y la velocidad permisible, cuyos valores fueron extraídos de la tabla propuesta por Portier y Scobey (1926).

A partir de la ecuación de continuidad se realizó el respectivo cálculo del área transversal del canal.

$$A = Q/v \quad \text{Ecuación 2.7}$$

Mediante el uso de la ecuación de Manning se determinó el radio hidráulico de la sección.

$$Q = \frac{1}{n} AR_h^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación 2.8}$$

Al tener el valor del área transversal y el radio hidráulico se obtiene el perímetro mojado.

$$P = A/R_h \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Teniendo el valor del área y perímetro mojado de la sección transversal trapezoidal del canal, y mediante un sistema de ecuaciones se determina los valores de ancho de solera y tirante.

Por medio de las dimensiones que tendrá el aliviadero se realiza el abscisado del eje del canal, para así determinar las secciones típicas del aliviadero y calcular el volumen total de excavación para la construcción del canal.

2.7 Regularización Ambiental

Para la ejecución de todo proyecto, público o privado, es de suma importancia la regularización ambiental, la cual categoriza a un proyecto en función de la magnitud de los impactos ambientales y riesgos generados al ambiente por las actividades que se desarrollarán. Por el tipo de proyecto será necesario la obtención de una licencia ambiental (impactos ambientales altos y medianos), registro ambiental (bajos impactos ambientales) o certificado ambiental (impactos no significativos), haciendo cumplir así la legislación ambiental vigente en el país.

En el caso del presente proyecto, el cual es la construcción de un dique para embalsamiento de agua dulce en la comuna Libertador Bolívar, se realizó la categorización del mismo mediante el sitio web del SUIA, para el cual es únicamente necesario un certificado ambiental.

MINISTERIO DEL AMBIENTE

El GOBIERNO DE TODOS

SUIA Sistema Único de Información Ambiental

Inicio SUIA Servicios en línea Noticias Documentos Gestión Interna Mesa de Ayuda Buscar...

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Buscar

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE RESERVORIOS
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 2.2 Categorización del proyecto

Fuente: Sitio web SUIA

2.8 Presupuesto

Para determinar el costo del proyecto se tuvo en consideración el tipo de maquinarias que se iban a requerir en el mismo para las diferentes actividades que se deben realizar en la construcción, estimando así el rendimiento que cada maquinaria iba a presentar, por lo cual se elaboraron los respectivos APU para cada actividad necesaria para la construcción del mismo.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Localización General

El área de estudio es la perteneciente al valle del río Atravesado de la comuna Libertador Bolívar, perteneciente a la parroquia Manglaralto del cantón y provincia Santa Elena. El río nace de la Cordillera Chongón – Colonche y se desarrolla de Este a Oeste hasta desembocar en la playa de la comuna, como se puede observar en la siguiente figura.



Figura 3.1 Localización del proyecto

Fuente: IGM

Siendo el sitio de estudio específicamente aguas arriba del puente Atravesado que se encuentra en la comuna, el cual pertenece a la ruta del Spondylus.

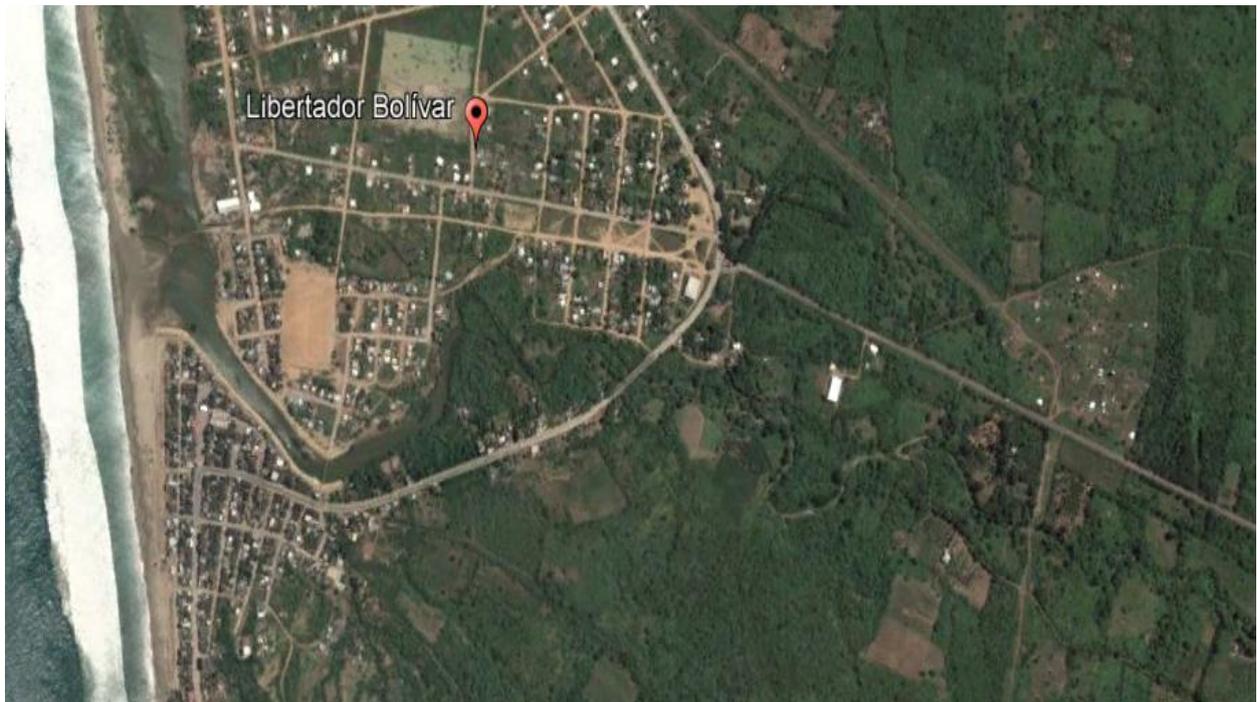


Figura 3.2 Vista aérea de la zona de estudio

Fuente: Google Earth Pro

3.2 Topografía del área de estudio

Por medio del levantamiento topográfico del sitio con el uso de GPS diferencial y con el modelamiento de Civil 3D se obtuvieron las siguientes curvas de nivel del área a tener en consideración, figura 3.3, las cuales están espaciadas cada metro, donde se puede observar además el curso del río en la cota más baja (cota 2).

Además, como se detalló en la sección de la metodología, por medio del levantamiento topográfico se pudo realizar el reconocimiento del sitio más idóneo para la implantación de la presa, el cual se muestra en la figura mediante la línea de color roja.

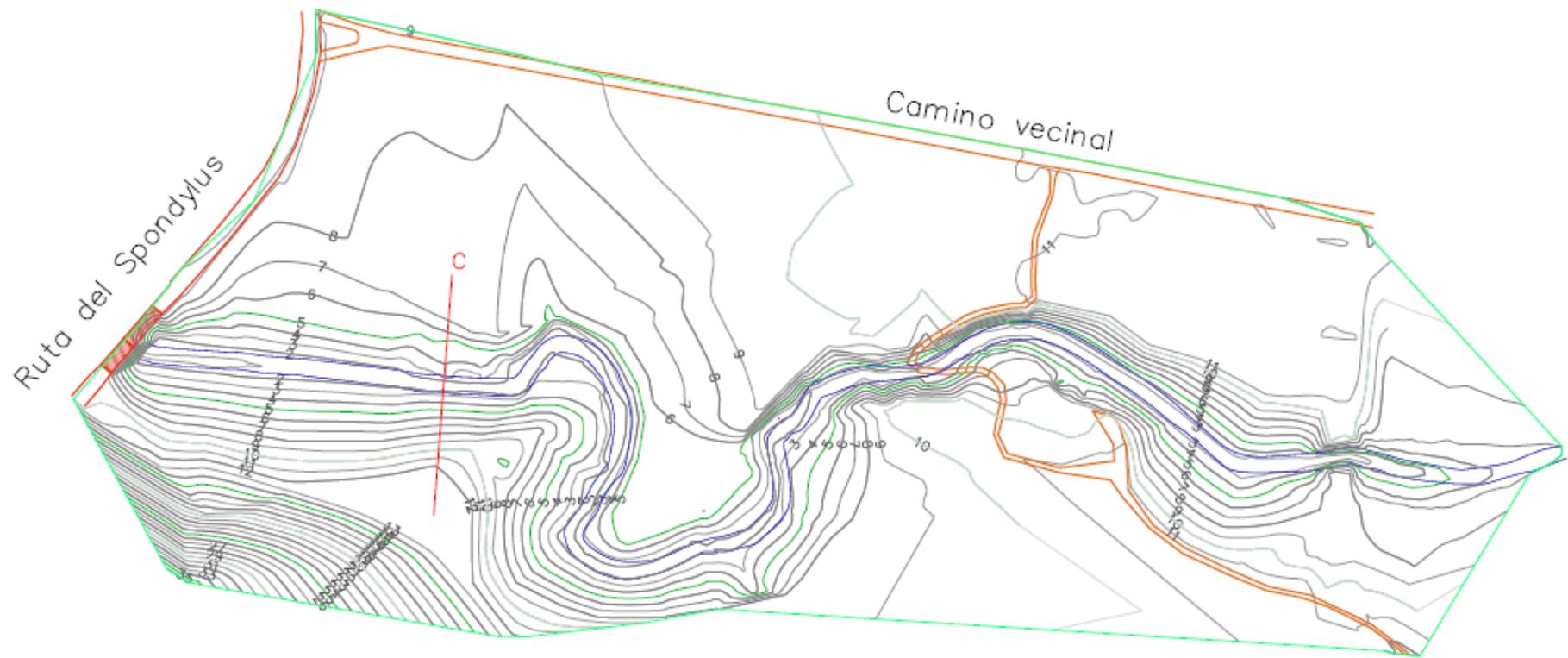


Figura 3.3 Levantamiento topográfico del área de embalse mostrando el eje de presa

Fuente: Autoría

3.3 Estudio geológico y geotécnico

En el sector estudiado se tienen Las formaciones geológicas Miembro Zapotal (O_{zp}), el Grupo Ancón (E_{AN}) y la Formación Cayo (K_{cy}). En el orden de las formaciones anotadas, la edad geológica varía desde el Oligoceno (Formación Zapotal) hasta el cretácico, por tanto, este último en de mayor antigüedad que corresponde a la Formación Cayo, ver figura 3.4.

La Formación geológica sedimentaria Zapotal presenta areniscas y limolitas, tienen un espesor o potencia de 1000m, Los estratos rocosos, esta formación afloran en las quebradas de la parte alta de la cuenca de drenaje.

La Formación Cayo está constituida Turbaditas masivas, rocas que en algunos niveles o litologías con relativamente duras.

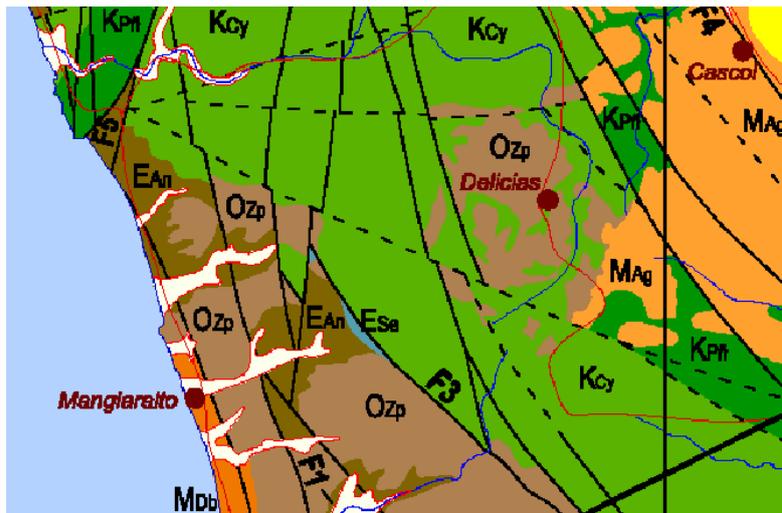


Figura 3.4 Formaciones geológicas existentes en el área del proyecto.

Fuente: PhD. Miguel Ángel Chávez

En la parte baja de la cuenca se tienen los depósitos aluviales que son bancos de suelos algo consolidados cuando se encuentran fuera del cauce, en tanto que los sedimentos depositados en el propio cauce son modernos. Los suelos se han originado de las formaciones rocosas antes mencionadas que están en las partes más altas, por lo que se tienen arenas, limos y fragmentos de rocas producto del proceso erosivo.

3.3.1 Caracterización geotécnica

Tanto en el sitio de presa como el área de vaso se tiene el depósito aluvial. El cuerpo de la presa se asentará sobre arenas limosas arcillosas algo consolidadas, para lo cual será necesario retirar los suelos totalmente sueltos que son arrastrados por los caudales. En lo que serán los empotramientos se tienen suelos más consolidados lo cual se verificó al excavar calicatas.

Mediante ensayos de laboratorio de mecánica de suelos efectuados para el presente trabajo y para el valle vecino del río Manglaralto, tomando en consideración dicha información del trabajo homólogo respecto al proyecto presente se determinaron los siguientes parámetros:

- Peso volumétrico del suelo natural = 1.56 Ton/m^3
- Resistencia a la compresión del suelo natural = 11 Ton/m^2
- Cohesión del suelo natural = 2 Ton/m^2
- Angulo de fricción interna = 15°
- Permeabilidad de los suelos de cimentación = $1.5 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
- Densidad compactada al Proctor estándar = 1.56 Ton/m^3
- Cohesión compactada al Proctor estándar = 18 Ton/m^2
- Angulo de fricción interna del suelo compactado = 18°
- Permeabilidad de los suelos compactados = $1.5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$

3.4 Diseño del cuerpo de la presa

3.4.1 Ubicación de la presa

Además del reconocimiento físico de los puntos tentativos para la ubicación del dique, fue necesario la realización de los perfiles transversales en dichos puntos

para conocer la forma que presenta el valle en el lugar escogido, como se detalla en la siguiente figura teniendo en consideración el eje de la figura 3.3.

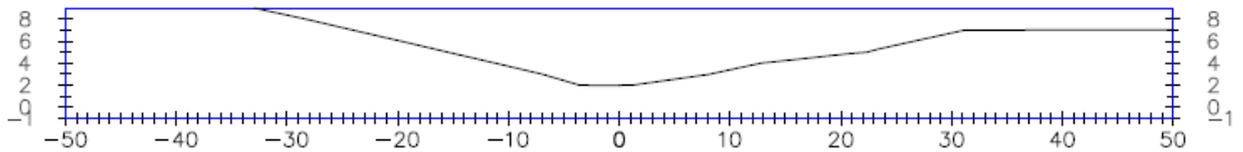


Figura 3.5 Perfil transversal del valle en el sitio de la presa

Fuente: Autoría

El cual en el punto céntrico de la sección presenta tiene siguientes coordenadas:

Tabla 3.1 Coordenada céntrica de la ubicación de la presa

Punto	Coordenadas	
0	530368.608	9792277.621

Fuente: Autoría

3.4.2 Eje de presa

A partir de la determinación en la ubicación más conveniente para la implementación del proyecto, se realizó la implantación del eje de la presa, a partir de la figura 3.4.

En dicho eje de presa se tiene como restricción la altura a la que estaría la corona de la misma, ya que la forma del valle que se hace en el sitio a partir de la cota 7 en el lado derecho presenta poco crecimiento con pendiente suave, además que a una distancia aproximadamente a 80 metros a partir de eje céntrico de la sección transversal ya existen viviendas familiares.

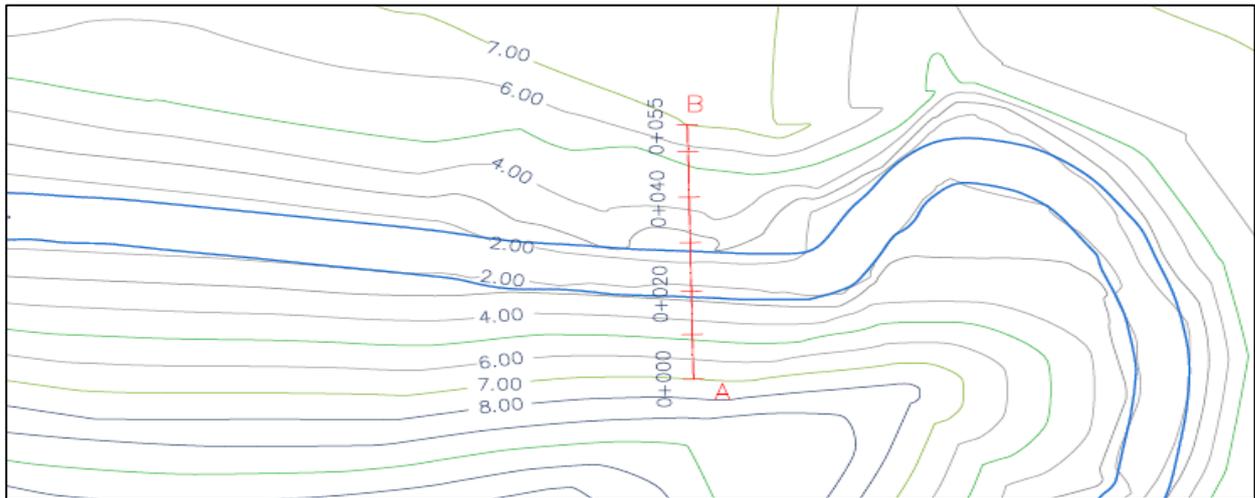


Figura 3.6 Eje de presa

Fuente: Autoría

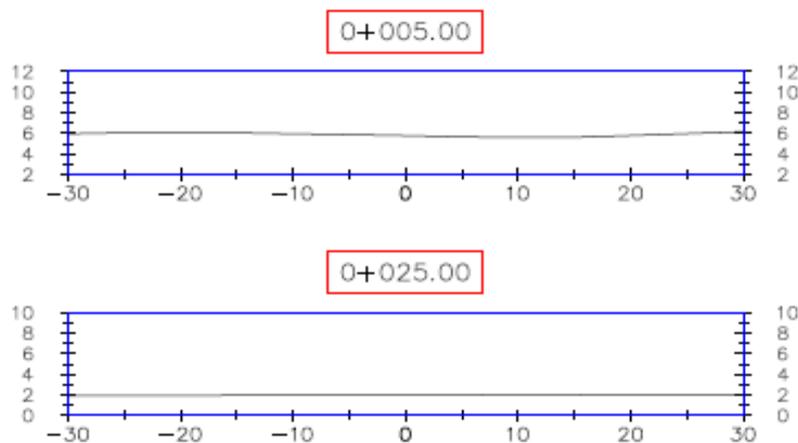
Entre los puntos A y B existe una distancia de 55 metros la cual es el eje de la presa, teniendo las siguientes coordenadas:

Tabla 3.2 Coordenadas del eje de la presa

Punto	Coordenadas	
A	530359.376	9792254.253
B	530378.030	9792300.290

Fuente: Autoría

Se realiza el reconocimiento del terreno en el eje de la presa a partir de secciones transversales en el eje de la presa para consideración de las dimensiones que tendrá la misma.



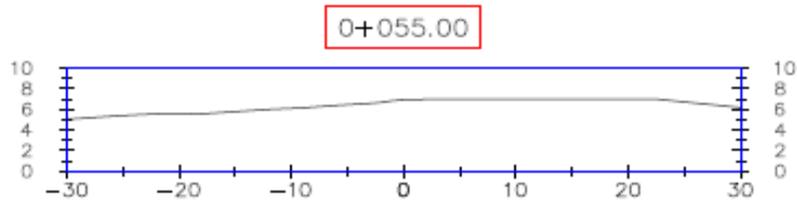


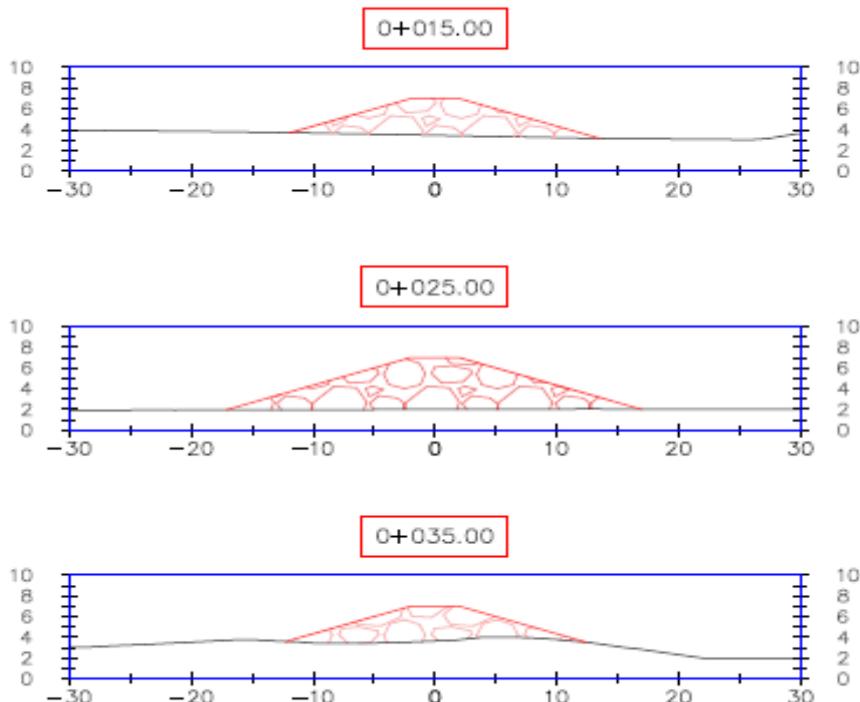
Figura 3.7 Perfiles transversales al eje de la presa

Fuente: Autoría

3.4.3 Dimensionamiento del cuerpo de la presa

Debido a que el material presente en el cauce del río es un depósito aluvial de arena limosa arcillosa los cuales son óptimos en la utilización de taludes por su alto factor de seguridad, es por eso que de manera conservadora se plantea un talud de poca inclinación, pendiente 3:1, además de tener una elevación total de 5 metros, de la cota 2 hasta la 7 y un ancho de corona de 4 metros.

Mediante la obtención de las secciones transversales al eje de la presa se determina las diferentes geometrías que presentará el cuerpo de la misma debido a la topografía del valle, como se observa en la siguiente figura.



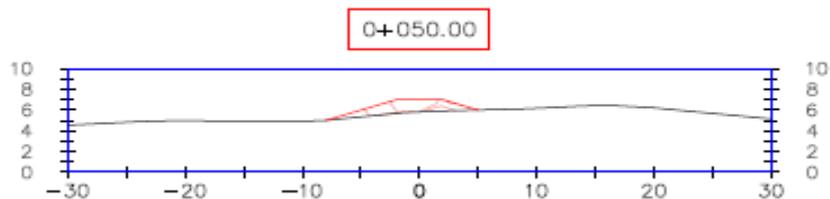


Figura 3.8 Secciones típicas de la presa a lo largo del eje

Fuente: Autoría

Siendo una presa homogénea se determinan las áreas transversales que la misma va a tener en cada punto de la abscisa a lo largo del eje, para así determinar el volumen total que tendrá, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 3.3 Volumen del cuerpo de la presa

Volumen de la presa, Libertador Bolívar			
Abscisa	Área (m ²)	Distancia (m)	Volumen (m ³)
0+005	9.28	5.00	-
0+010	26.30	5.00	88.95
0+015	52.21	5.00	196.28
0+020	123.75	5.00	439.28
0+025	123.75	5.00	618.75
0+030	67.01	5.00	476.90
0+035	46.65	5.00	284.15
0+040	32.10	5.00	196.88
0+045	22.86	5.00	137.40
0+050	10.33	5.00	82.98
0+055	0.70	5.00	27.58
Volumen Total			2549.75

Fuente: Autoría

3.4.4 Volumen de embalse

El cálculo del reservorio que se formará aguas arriba del dique el cual su altura va desde la cota 2 hasta la cota 7, sin embargo, para la capacidad de embalse que este retendrá se tomó en consideración hasta la cota 6, teniendo así un borde libre de 1 metro, el cual además de evitar el desbordamiento por encima de la corona se reducen también las fuerzas actuantes laterales debido a la presión del agua.

Llegando al tope el agua a la cota 6 será necesario la inclusión de un aliviadero a partir de este punto para desfogue de la misma.

Para el cálculo del volumen del reservorio se consideraron las áreas de aportación y embalse de cada cota:

Tabla 3.4 Volumen de embalse

Cálculo de la capacidad de embalse Libertador Bolívar		
Cota	Área (m²)	Volumen (m³)
6	34,211.00	-
5	23,126.00	28,668.50
4	16,491.00	19,808.50
3	9,682.00	13,086.50
2	3,099.00	6,390.50
Volumen Total de embalse		67,954.00

Fuente: Autoría

3.4.5 Perfil típico

Conociendo las dimensiones de la presa se tiene la siguiente implantación en el sitio de presa.

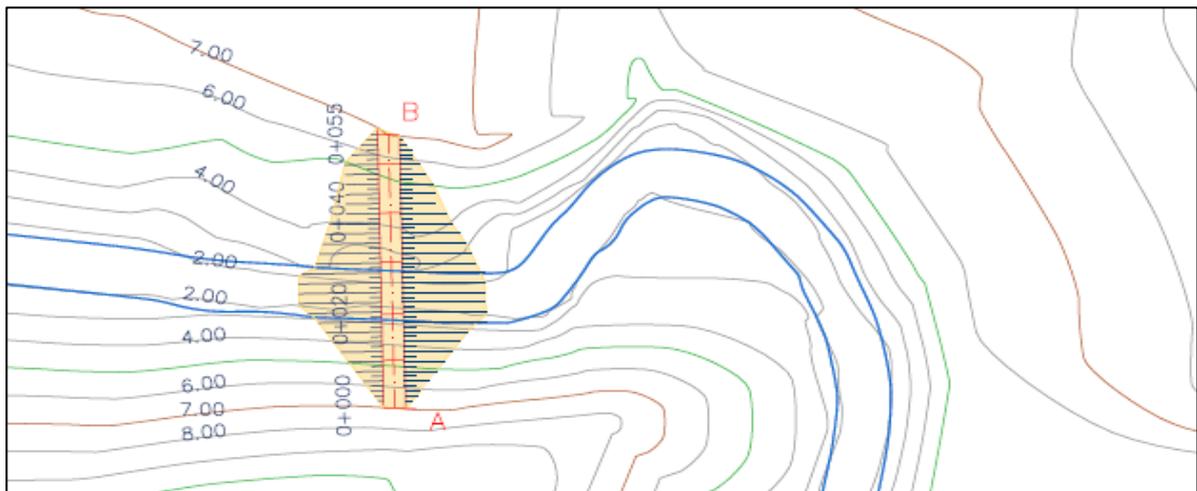


Figura 3.9 Vista en planta de la ubicación de la presa

Fuente: Autoría

Cogiendo como referencia la parte céntrica del cauce del río debido a que se presenta ahí la mayor altura de la presa se tiene el siguiente esquema:

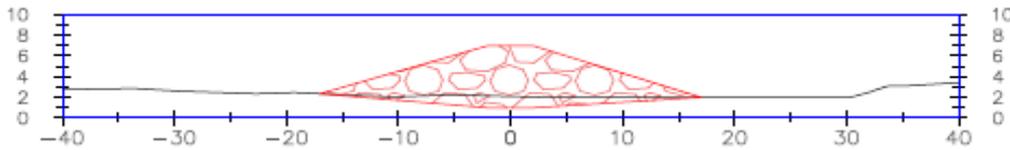


Figura 3.10 Vista de perfil de la sección mayor de la presa

Fuente: Autoría

En las secciones principales las cuales se presentan a lo ancho del cauce (5 metros) se le incorpora un pie de dique como cimentación a una profundidad de 1.5 metros, esta para aportarle mayor estabilidad, la cual deberá estar previamente compactada de la misma manera en que se compactará el cuerpo total de la presa. Teniendo así una altura final de 6.5 metros en las secciones del cauce.

3.4.6 Redes de flujo

A partir del perfil típico en la sección mayor se realizó la red de flujo bidimensional que presentará la presa, esto debido a que la misma es homogénea conformada por el material propio del cauce, siendo el flujo laminar a desarrollarse como se observa en la figura 3.11

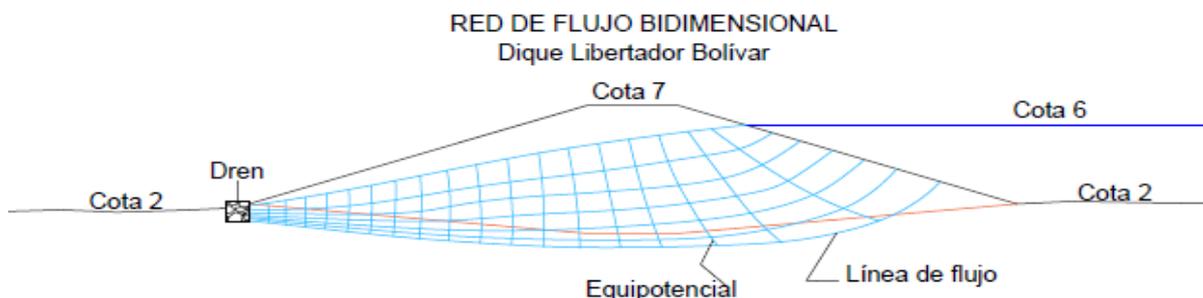


Figura 3.11 Red de flujo bidimensional en el perfil típico de la presa

Fuente: PhD. Miguel Ángel Chávez

A partir de la gráfica se tiene:

$$h=4, nf=6, nd=20$$

Debido al material se tiene un coeficiente de 1.05×10^{-5} m/s, y como la ecuación de Darcy está para cada metro lineal se lo multiplica por el eje total de la presa para tener así el caudal total que se producirá por infiltraciones, a partir de la ecuación 2.1 presentada en la sección de metodología, se tiene:

$$Q = (1.05 \times 10^{-5})(4)\left(\frac{6}{20}\right)(55) = 6.93 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 0.693 \text{ lt/s}$$

Teniéndose así al mes un caudal de infiltraciones de 1796.56 m³/mes siendo este caudal menor a la tercera parte del volumen total de embalsamiento, tomando en consideración que el embalse está hasta la cota 6 por lo cual en época de estiaje el caudal de perdidas será menor al calculado.

3.5 Estudio Hidrológico

En toda obra de construcciones de presas es necesario la construcción de un aliviadero o vertedero el cual entra en funcionamiento cuando el nivel de agua en la presa llega a su tope deseado evitando así el rebose de agua sobre la corona. Para lo cual es necesario el respectivo estudio hidrológico en la cuenca de drenaje.

3.5.1 Área de la cuenca de drenaje

Para el diseño del mismo se tuvo que conocer en primera instancia el área de aportación que tiene la subcuenca del río atravesado en su punto más bajo, para lo cual mediante el uso del software ArcMap y junto con las curvas de nivel de toda la subcuenca extraídas del IGM se determinó un área de 4272.11 ha.

3.5.2 Caudal

Haciendo uso de los anuarios meteorológicos del INAMHI de precipitaciones ocurridas en el sitio se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 3.5 Precipitaciones máximas en 24 horas

Datos pluviométricos	
Año	Intensidad (mm/día)
1999	86.0

2000	4.0
2007	180.4
2011	57.0
2012	82.6

Fuente: INAMHI

A partir de la tabla 3.5 se tiene una precipitación media de 82 mm/día y una desviación estándar de 64.05 mm/día, haciendo uso de las ecuaciones de la distribución de Gumbel descritas en la metodología y tomando para el cálculo un tiempo de retorno de 25 años se tiene:

$$\alpha = \sqrt{6}(64.05)/\pi = 49.94 \text{ mm/día}$$

$$y_T = -\ln\left(\ln\left(\frac{25}{25-1}\right)\right) = 3.19$$

$$u = 82 - 0.5772(49.94) = 53.17 \text{ mm/día}$$

$$X_t = (49.94)(3.19) + 53.17 = 212.98 \text{ mm/día}$$

Teniendo así para un tiempo de retorno de 25 años una precipitación máxima de 212.98 mm/día.

A partir de la precipitación máxima para el tiempo de retorno escogido y haciendo uso de la ecuación 2.6 se producirá el siguiente caudal:

$$Q = (0.42)(2.47 \times 10^{-6})(4.272 \times 10^7) = 44 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.6 Canal Aliviadero

Debido a que el diseño planteado para la presa se tomó en consideración un borde libre de 1 metro (entre la cota 6 y 7), la base del aliviadero se deberá implementar en la cota 6, y mediante los datos obtenidos por el análisis hidrológico se calcula la sección transversal que deberá tener el canal.

3.6.1 Dimensionamiento de la sección transversal

Tomando de referencia la metodología de la velocidad máxima permisible se extraen los datos de la tabla propuesta por Portier y Scobey, la cual para un material de limo aluvial se tiene un coeficiente de Manning $n=0.025$ y una velocidad máxima permisible de $v=1.52$ (m/s).

Haciendo uso de la velocidad permisible y del caudal para un tiempo de retorno de 25 años mediante la ecuación de continuidad se tiene

$$A = 44 / 1.52 = 28.95 \text{ m}^2$$

A partir de la ecuación de Manning el cálculo del radio hidráulico es:

$$R_h = \left(\frac{44 \times 0.025}{28.95 \times \sqrt{0.001}} \right)^{3/2} = 1.32 \text{ m}$$

Por medio de la ecuación 2.9 se calculó el perímetro mojado que deberá tener la sección transversal

$$P = 28.95 / 1.32 = 21.93 \text{ m}$$

Tomando en consideración que la sección transversal del aliviadero será de manera trapezoidal, mediante el sistema de ecuaciones para el cálculo del área transversal y perímetro mojado para dicha sección se determina las dimensiones del aliviadero.

$$A = by + zy^2 \quad \text{Ecuación 2.10}$$

$$P = b + 2y\sqrt{z^2 + 1} \quad \text{Ecuación 2.11}$$

Teniendo en consideración un z para las paredes del canal igual 4, y debido a la ubicación del canal se deberá tener como altura 1m (y) ya que se encuentra entre la cota 6 y 7, se obtiene un ancho de solera de $b=13$ m.

Debido a la topografía de la zona y teniendo en consideración distancias y costos para la construcción del aliviadero se seleccionó la parte derecha de la presa para ubicación del mismo.

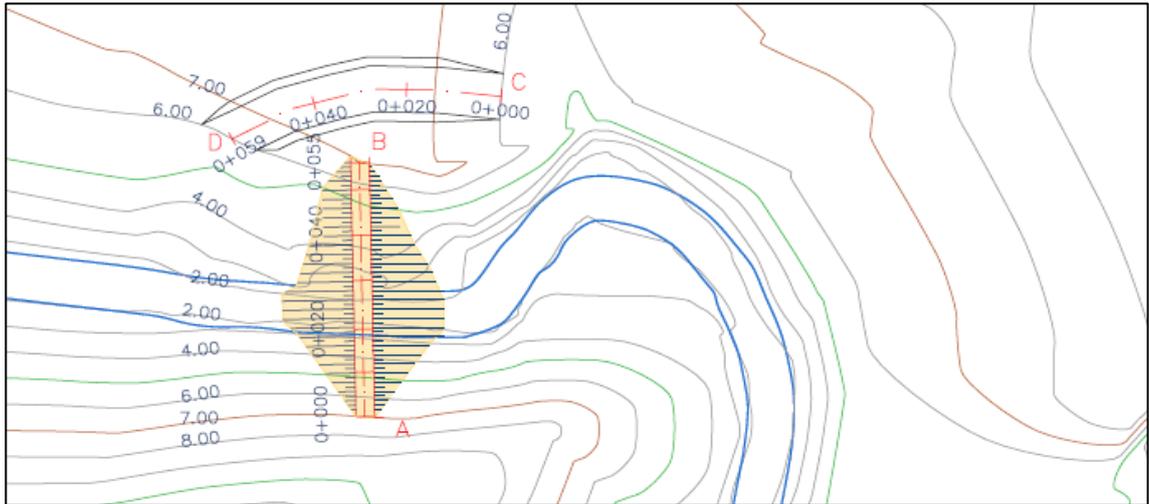


Figura 3.12 Ubicación en planta del aliviadero

Fuente: Autoría

Mediante el eje del aliviadero como está en la figura 3.11, la longitud del mismo será de 59 metros, teniendo las siguientes secciones típicas.

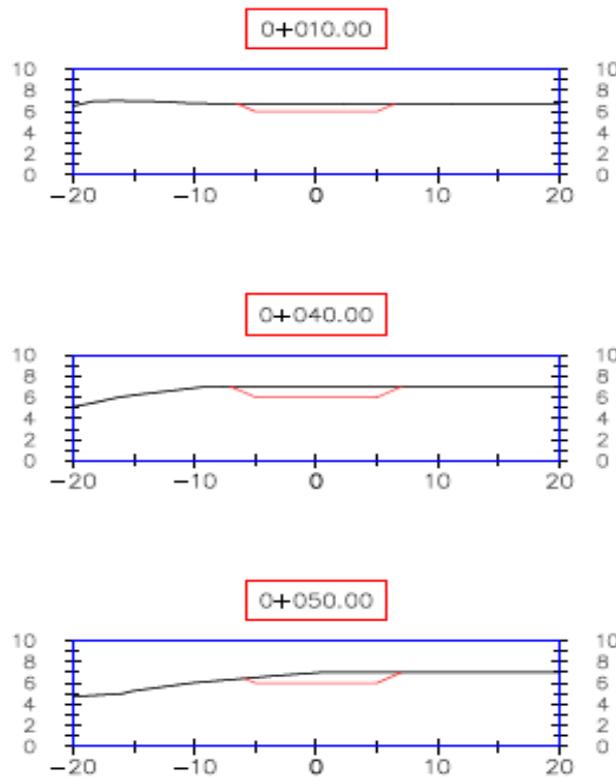


Figura 3.13 Secciones típicas del canal aliviadero

Fuente: Autoría

Por medio de la construcción del aliviadero se producirá excavación de material por lo cual se plantea rehusar el mismo como un muro de apoyo en el paramento de la presa aguas abajo. A partir de las secciones transversales se tiene el volumen total de excavación.

Tabla 3.6 Volumen de excavación para la construcción del aliviadero

Volumen de excavación para el aliviadero		
Área (m2)	Distancia (m)	Volumen (m3)
8.29	10	41.45
12	5	50.725
12	5	60
12	5	60
12	5	60
12	5	60
12	5	60
11.78	5	59.45
9.94	5	54.3
5.18	5	37.8
Volumen total		543.725

Fuente: Autoría

Teniendo 543.73 m³ de material a implementarse como muro de apoyo para la presa.

3.7 Análisis de estabilidad de la presa

Con la finalidad de determinar la estabilidad de la presa se realizó corridas de estabilidad de taludes aguas arriba como abajo, para el cual se empleó el programa geotécnico Galena en su última versión.

Por considerar más aplicable se empleó el método Spencer-Wright son superficies de rotura múltiples donde cada una arroja un factor de seguridad, presentando en la gráfica el tramo menos estable con una curvatura roja.

3.7.1 Análisis estático

Los cálculos de estabilidad estático considerando la presa llena determinan que el factor de seguridad del talud aguas arriba es de 10.76 y aguas abajo de 5.22, en ambos casos el análisis arroja factores de seguridad mayor a los admisibles (1.5 normalmente) aceptando así las medidas propuestas,

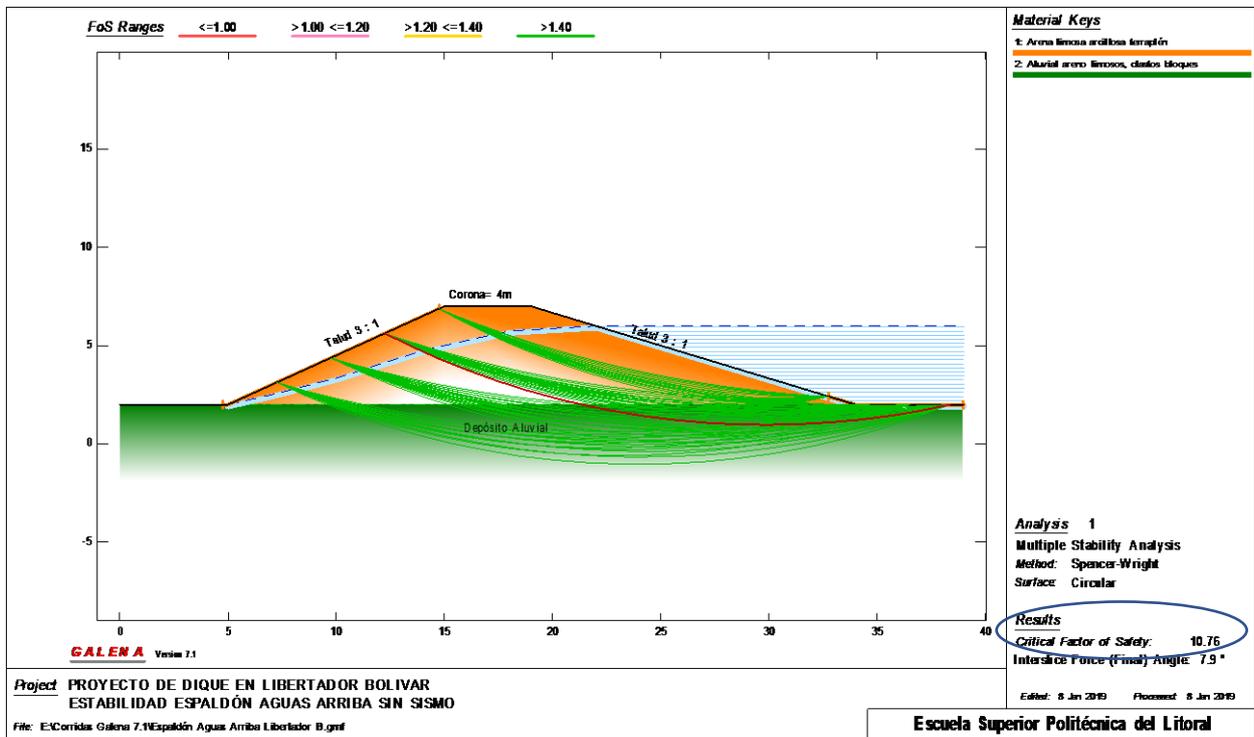


Figura 3.14 Estabilidad del espaldón aguas arriba

Fuente: Software Galena

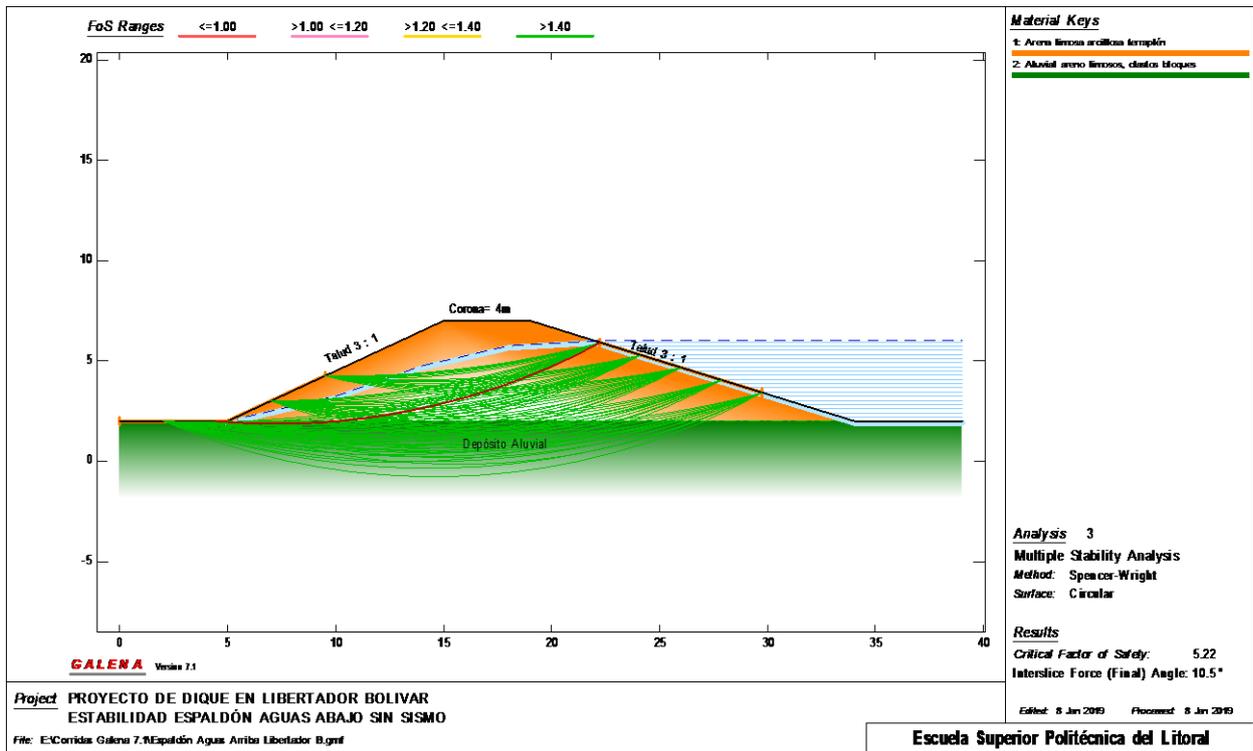


Figura 3.15 Estabilidad del espaldón aguas abajo

Fuente: Software Galena

3.7.2 Análisis dinámico

Mediante el programa Galena es posible realizar un análisis que se denomina pseudo dinámico, en el cual se considera la aceleración sísmica horizontal como esfuerzo cortante, por lo que al momento del análisis esta fuerza representa una componente de desplazamiento neta que es equivalente a un porcentaje del peso de la presa. En varias circunstancias se ha establecido que este tipo de análisis es más exigente que el análisis propiamente dicho, razón por la cual los resultados que se obtienen demuestran que existe una estabilidad totalmente crucial.

Los resultados obtenidos tomando en consideración una aceleración sísmica fue de 1.84 en el talud aguas arriba y 1.65 en el de aguas abajo, siendo aceptables en comparación al admisible.

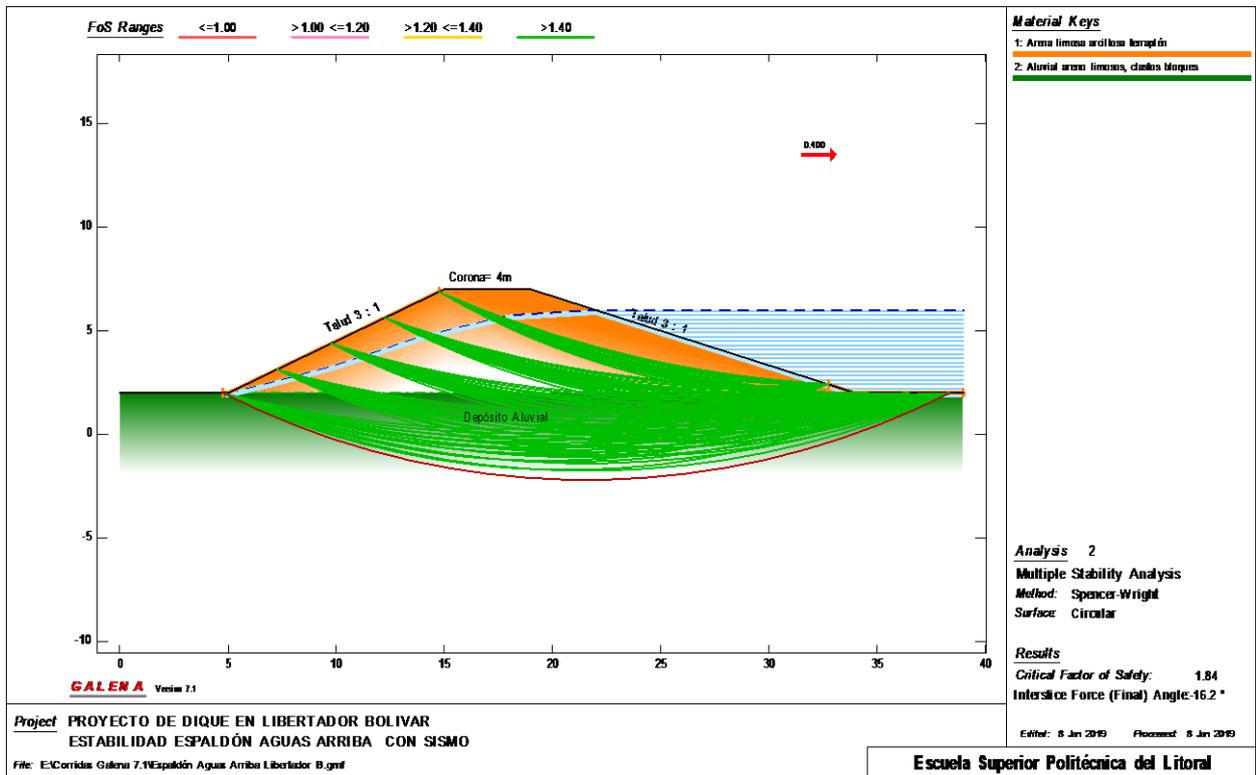


Figura 3.16 Estabilidad del espaldón aguas arriba considerando sismo

Fuente: Software Galena

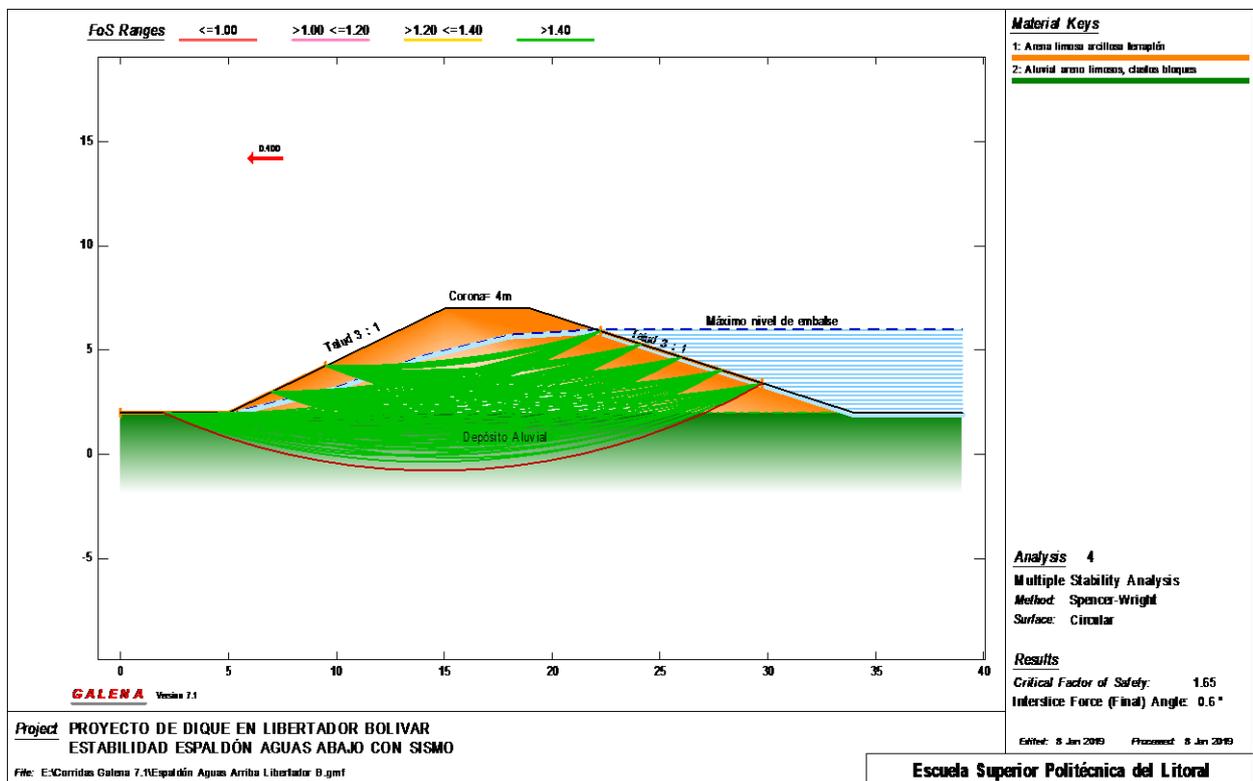


Figura 3.17 Estabilidad del espaldón aguas abajo considerando sismo

Fuente: Software Galena

3.7.3 Análisis con muro de apoyo

Como se propuso anteriormente en la reutilización del material excavado en el aliviadero para formar un muro de apoyo en el paramento aguas abajo, el cual va a servir proporcionándole estabilidad como también controlador de erosiones a la salida del canal aliviadero.

Dando así un factor de seguridad de 7.18 en el análisis estático y 1.62 en el análisis dinámico tomando en consideración una aceleración sísmica de 0.4g.

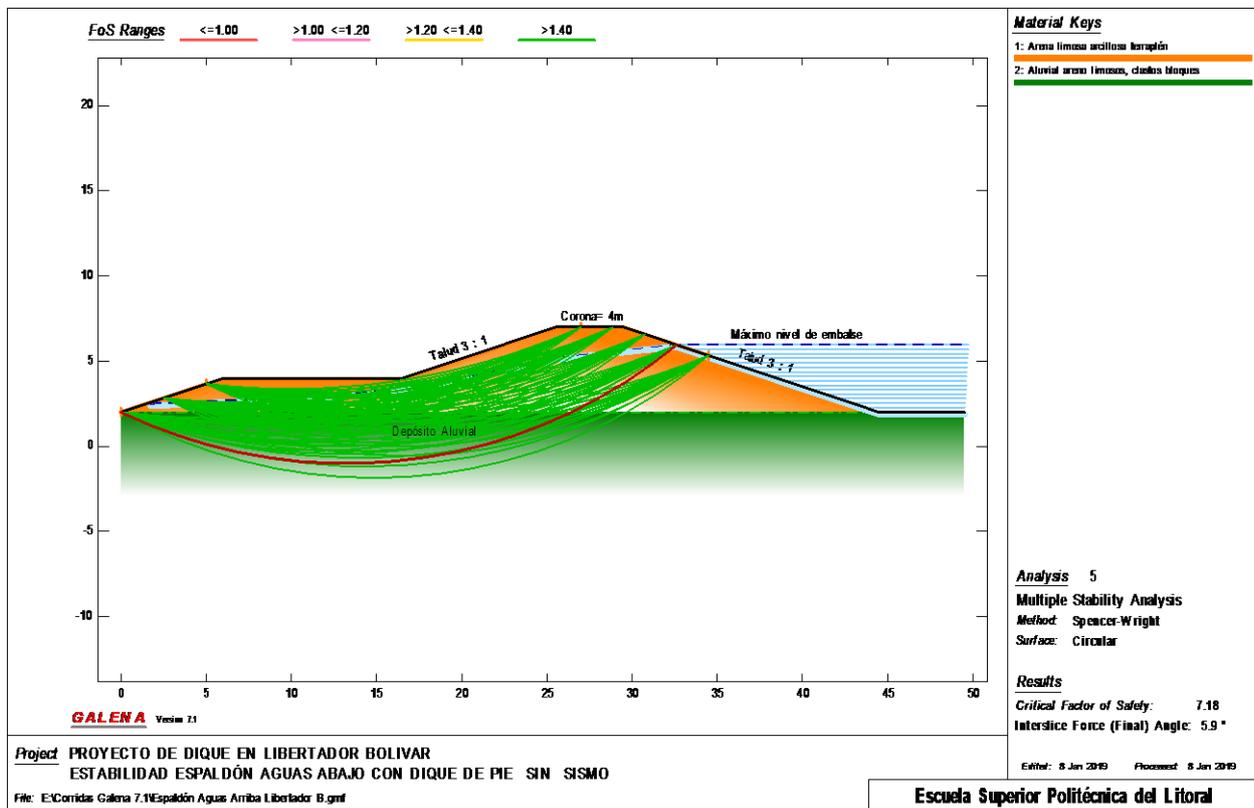


Figura 3.18 Estabilidad del espaldón aguas abajo junto con muro de apoyo sin considerar sismo.

Fuente: Software Galena

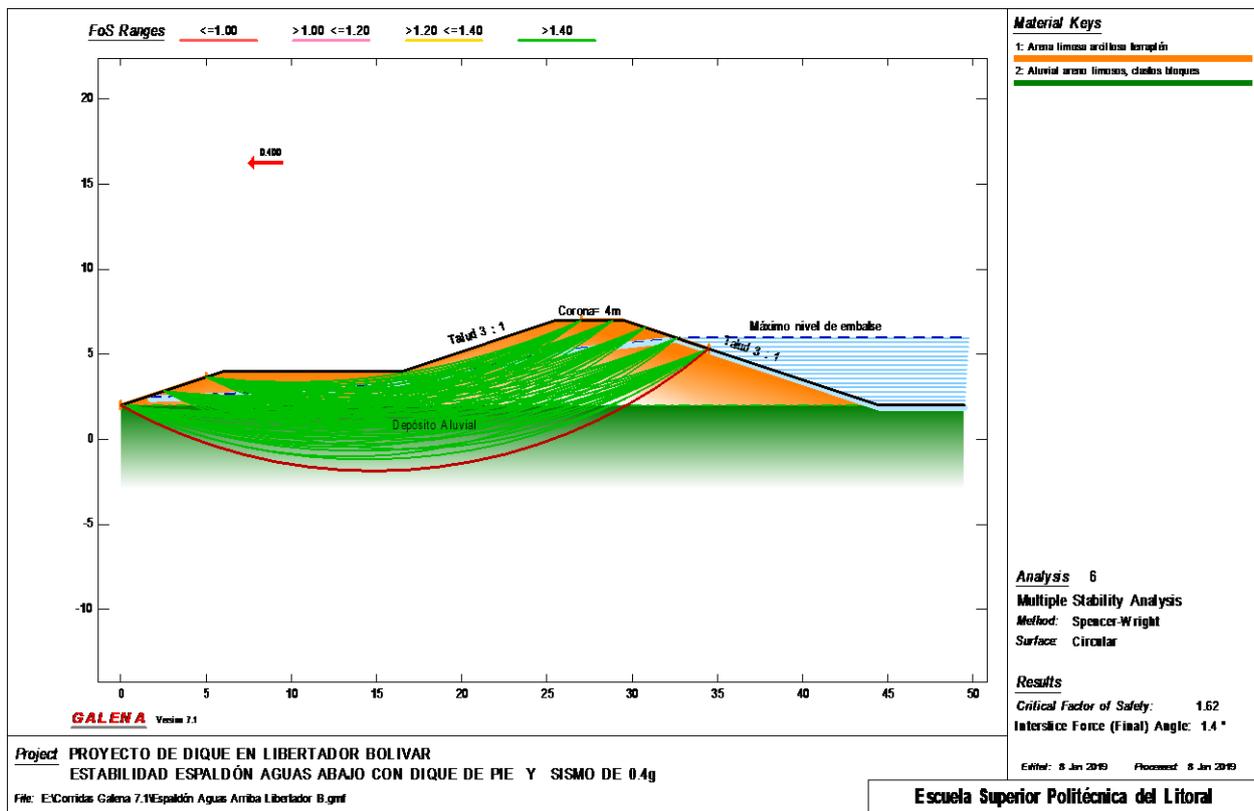


Figura 3.19 Estabilidad del espaldón aguas abajo junto con muro de apoyo sin considerando un sismo.

Fuente: Software Galena

3.8 Regularización Ambiental

Por medio de la categorización del proyecto el cual provocará impactos no significativos se realizó una guía de buenas prácticas ambientales para la etapa de construcción, está tomando en consideración la propuesta por el MAE, la misma se presenta en la sección de los apéndices.

3.9 Presupuesto

Para la construcción del proyecto se presenta la tabla presupuestaria con el coste que involucraría el mismo, para el cual se tomaron en consideración valores referenciales actualizados al año en curso.

Tomando en consideración un costo indirecto del 18% el presupuesto para la construcción del proyecto es de \$34601.57 dólares americanos, a continuación, se muestra la tabla referencias de las cantidades y precios unitarios. En la sección de apéndices se muestran los APU de cada actividad

Tabla 3.7 Presupuesto de la obra

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Obras Preliminares					
1	Desbroce y Limpieza	m2	3652	1.88	6865.76
2	Trazado y replanteo	m2	3314	0.82	2717.48
3	Adecuación del terreno	m2	3006	0.38	1142.28
Obras Hidráulicas					
4	Diques Provisionales	m3	225	3.37	759.30876
5	Encauzamiento (Dique)	m3	4021.88	4.84	19465.8992
Ambiental y Seguridad					
6	Batería sanitaria	unidad mes	1	827.12	827.12
7	EPP	u	11	142.87	1571.57
8	Charlas	u	2	145.61	291.22
Total \$					33640.64

Fuente: Autoría

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Mediante un levantamiento topográfico de precisión se determinó el sitio más conveniente para construir la presa.

Se establece que el vaso o reservorio tiene una longitud aproximadamente de 850 metros y una capacidad de embalsar de 67954 m³, con la corona de la presa en la cota 7 y máximo nivel de embalse en la cota 6.

El cuerpo de la presa para lograr el embalse tiene un volumen de 2547.25 m³.

El aliviadero debe ser construido por la margen derecha del río realizando una excavación de 545 m³. Debiendo realizarse adecuaciones en la parte final del canal de descarga para evitar erosión.

Para incrementar el volumen de embalse se ha decidido que los materiales de préstamo se extraigan del futuro vaso, por lo cual se deberá eliminar previamente todos los restos vegetales.

Dado que el cuerpo de la presa será construido con materiales del vaso, evidentemente se incrementará la capacidad de embalse, con lo que se compensa ampliamente los eventuales defectos de la evaporación.

Los cálculos de estabilidad realizados mediante el programa Galena determinan factores de seguridad de 1.84 en el paramento aguas arriba y 1.65 aguas abajo, considerando una aceleración sísmica de 0.4g, lo cual demuestra una elevada estabilidad. Los factores de seguridad estáticos son de 10.76 aguas arriba y 5.22 aguas abajo, que constituyen valores altos por ser taludes tendidos. De esta manera se contrarresta la erosión que indudablemente se va a tener.

Debido a que el material excavado será utilizado como dique de pie en la sección del talud aguas abajo se corrobora el incremento en la estabilidad del cuerpo de la presa, aumentando así el factor de seguridad estático de 5.22 a 7.18.

Recomendaciones

Para prevalecer la estabilidad del cuerpo de la presa y en las dimensiones del canal aliviadero será necesario la reposición del material erosionable que con el pasar del tiempo se puede producir.

La reforestación de árboles maderables a lo largo del cauce será de mucha importancia para evitar la erosión de material granular aguas arriba del cauce como también del transporte de sedimentos, además de tener en consideración la reposición de la capa vegetal removida en el área de trabajo durante la construcción.

A lo largo del canal aliviadero se podrá presentar crecimiento de materia vegetal lo cual en época invernal podrá obstaculizar el paso del agua, es por eso que previo a estas épocas se deberá realizar limpieza del mismo para su óptimo funcionamiento.

La construcción del dique se deberá realizar en temporada de estiaje ya que así facilita las actividades de excavación del material granular presente en el vaso.

Se recomienda para el proceso constructivo realizar el proceso de compactación del cuerpo de la presa en cada de 30 a 40 cm, y mediante ensayos in situ verificar la densidad compactada, la cual debe ser mayor al 90% del proctor estándar, valores presentados en el apéndice A

BIBLIOGRAFÍA

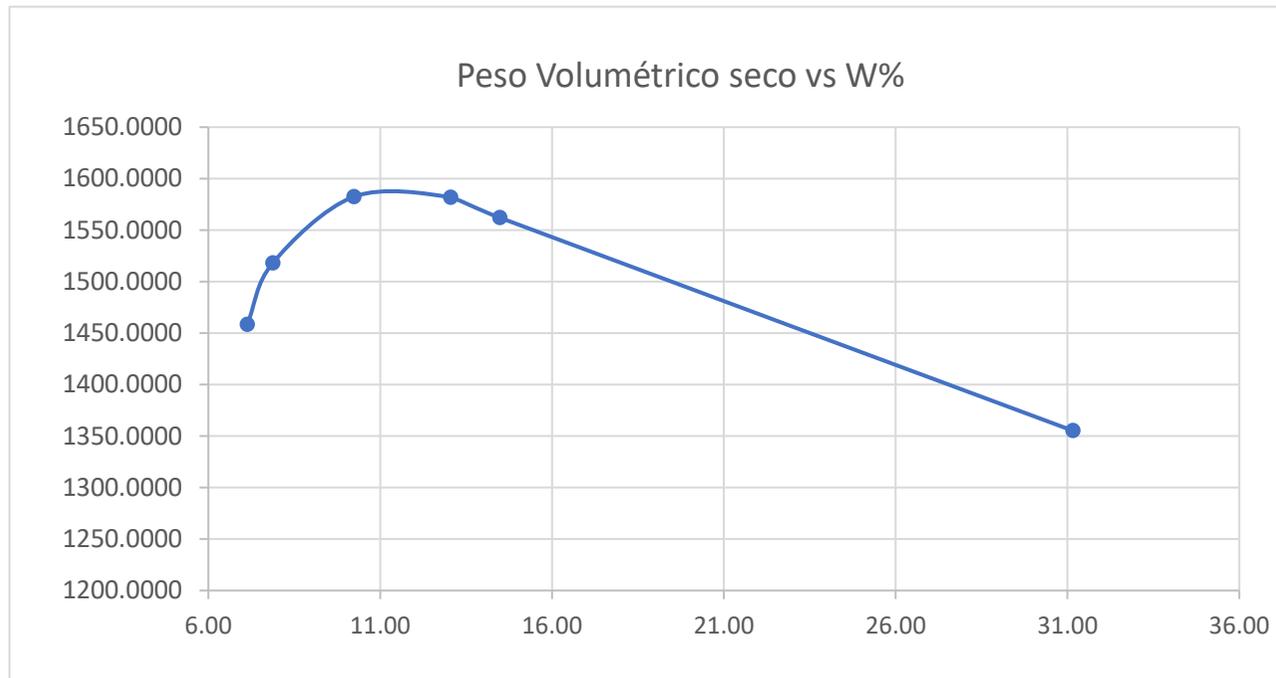
- Reclamation, B. o. (2007). *Diseño de presas pequeñas, Traducción de la 3er edición americana*. Madrid.
- Chow, V. t. (1998). *HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS*. Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL.
- Chow, V. t., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL .
- Ferrufino, J., & Moreira, S. (2006). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de obras hidráulicas II, previo a la obtención de diploma académico de Licenciatura en Ingeniería Civil*. Cochabamba, Bolivia.
- Novak, P., Moffat, A., & Nalluri, C. (2001). *Estructuras Hidráulicas, Segunda edición*. Bogotá: McGRAW-HILL.
- Segura, A. A. (2018). *Diseño de diques alternativos para lograr embalses en el proyecto de dotación de agua potable en Manglaralto, previo a la obtención de título de Ingeniería Civil*. Guayaquil.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Ensayo de Proctor

Cantidad de agua	Recipiente No.	Peso Tierra Húmeda + rcp	Peso Tierra Seca + rcp	Peso del rcp	Peso del agua	Peso seco	W	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1+ (w/100)	Peso tierra seca	Peso Volumétrico seco
cm3		gr.	gr.	gr.		gr.	%	kg.	kg.		kg.	kg/m3
50	17	319.1	303.9	90.7	15.2	213.2	7.13	3.49	1.45	1.0713	1.3554	1458.374519
100	3.8	356.56	337.8	99.59	18.76	238.21	7.88	3.56	1.52	1.0788	1.4109	1518.111142
150	43	372.71	346.6	91.46	26.11	255.14	10.23	3.65	1.61	1.1023	1.4623	1573.484279
250	40	366.9	335.4	93.9	31.5	241.5	13.04	3.70	1.66	1.1304	1.4702	1581.964954
350	3.4	355.7	321	81.3	34.7	239.7	14.48	3.70	1.66	1.1448	1.4518	1562.162819
500	4	322.7	265.5	81.9	57.2	183.6	31.15	3.69	1.65	1.3115	1.2596	1355.306708



APÉNDICE B: GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y CERTIFICADO DE REGISTRO AMBIENTAL

Recomendaciones:

Fase de Diseño

- Considerar la realización de un estudio preliminar, que tenga en cuenta los condicionantes del entorno donde se vaya a emplazar la infraestructura, de manera que las características del sitio puedan ser aprovechadas al máximo, el cual se obtiene mediante un levantamiento topográfico a detalle con GPS diferencial a lo largo del cauce, para lo cual se presenta la siguiente figura geográfica del lugar como también el sitio donde se ubicara el cierre.

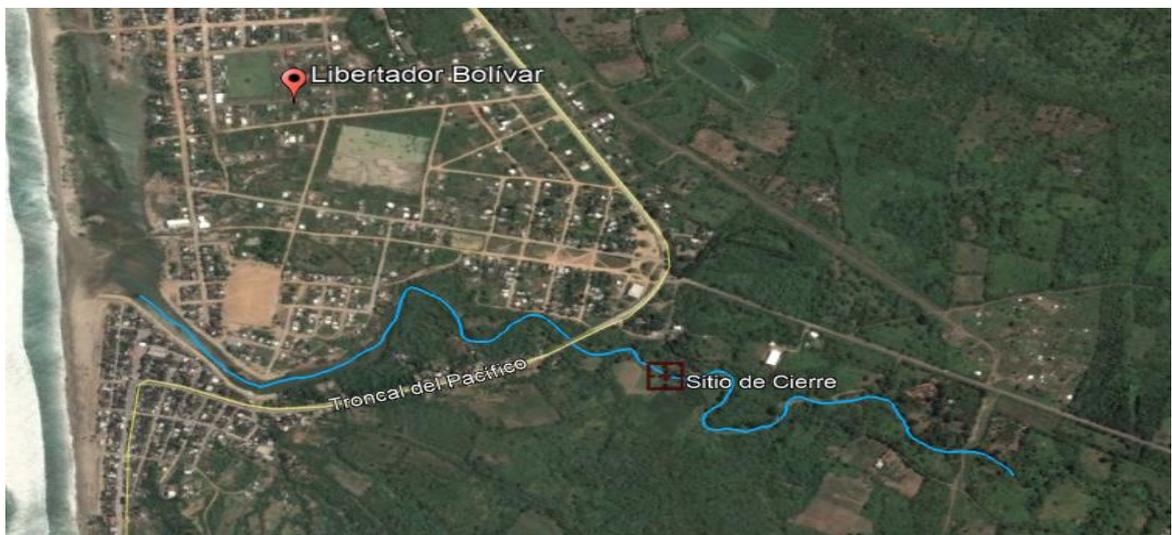


Figura B.1 Ubicación geográfica del área de estudio



Figura B.2 Sitio de ubicación para el dique

Fase de Construcción

- Tener una zona despejada para la previa recolección del material granular del vaso y luego posterior reubicación para el cuerpo de la presa, seleccionando así las áreas detalladas en la siguiente figura (polígonos de color verde) para limpieza de la capa vegetal.



Figura B.3 Áreas de limpieza previo a la construcción

Lo cual da 3652 m² de área desalojada de su cobertura vegetal, por lo cual será necesario la reforestación de dichas áreas una vez que acaben las construcciones del dique.

- Como medida de mitigación de ruido y ahorro de combustible se deberá hacer uso de las maquinarias cuando sea el caso, es decir, se recomienda que mientras se está realizando la compactación con el rodillo, la retroexcavadora puede no estar en funcionamiento en ese instante evitando así la emisión de ruido al vecindario y contaminantes gaseosos.
- Para evitar residuos o sobrantes de la materia prima todo material excavado se reusará para el cuerpo de la presa.

Seguridad en el trabajo

- Dar capacitación al personal en el manejo adecuado de herramientas, equipos para prevenir riesgos laborales y accidentes en el trabajo, además de los espacios permitidos para movilización de las maquinarias.
- Instruir, capacitar y controlar que los trabajadores cuenten con sus respectivos Equipos de Protección Personal (EPP), los cuales dependerán de las tareas a realizar; para los conductores de las maquinarias será necesario: casco, botas,

gafas y orejeras, mientras que a los demás trabajadores será de vital importancia el uso de mascarillas, guantes, botas y orejeras para mitigación del ruido, dando así el siguiente gráfico de la manera en que se deben presentar los trabajadores

- Para capacitación al personal de trabajo se le dictaran las siguientes charlas:
 - Riesgo laboral
 - Consideraciones ambientales en el proyecto

Cabe señalar que a la comunidad se realizarán charlas para conocimiento del proyecto, en la cual se enfatizarán el tiempo de la construcción, medidas de seguridad de las viviendas aledañas en las vías de entrada y salida de maquinarias y la asistencia que deberán realizar en caso de que exista un accidente en el personal encargado de la construcción, como también se informará la entrada y salida de maquinarias para lo cual se ha escogido la ruta 2, mientras que el personal trabajador lo podrá hacer por la ruta 1.



Figura B.4 Rutas de entrada y salida

Ocupación y uso del suelo

- Una adecuada gestión de usos del suelo se realiza efectuando un correcto acopio de materiales y respetando las zonas destinadas a ello para reducir la ocupación del mismo. Para la remoción de material granular del vaso, se ha seleccionado el sitio 100 metros aguas arriba a partir del eje del dique, la cual está conjunta al área inferior del sitio de cierre donde se realizará el desbroce de la capa vegetal. Debido a este desbroce y limpieza de la capa vegetal se contabilizan alrededor de 30 árboles que deberán ser plantados cuando finalice la construcción.

Reducir las emisiones a la atmósfera

- Debido a que la remoción de la capa vegetal en los caminos de entrada y salida de maquinarias se recomienda el esparcimiento de una capa de agua tres veces al día para evitar así la generación de material particulado que se puede presentar.

Reducción de ruido

- Evitar realizar los trabajos más ruidosos en las horas de descanso o de menor actividad del entorno, como por ejemplo: durante las primeras horas de la mañana, teniendo un horario laboral desde las 8:00 am hasta las 17:00 pm, teniendo una franja de descanso desde las 12:00 hasta las 13:00 pm.

Uso racional del agua

- Durante la construcción habrá remoción de material presente en el cauce del río Atravesado, sin embargo, se realizarán diques de menor dimensión en ambos sentidos en la ubicación del dique principal, como se observa en la siguiente figura, teniendo así el área despejada para la reubicación del material y compactación. Es por eso que en la remoción de estos diques alternos se generarán partículas en suspensión por lo cual se deberá comunicar a la comunidad del no uso del agua fluvial hasta que se sedimenten las partículas suspendidas, de ser lo mejor posible la construcción se debería llevar a cabo en época de verano ya que así será poco el caudal de escorrentía.



Figura B.5 Ubicación de diques provisionales

APÉNDICE C: PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Análisis de Precios Unitarios

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE PROYECTO:		Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar			
NOMBRE DE OFERENTE:					
CODIGO RUBRO:	1				
Detalle:	Desbroce y Limpieza			UNIDAD:	m2
Rendimiento	50 u/h				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cargadora frontal 2m3	1.0000	50.0000	50.0000	0.0200	1.0000
Herramientas menores	1.0000		0.5082	0.0500	0.0254
Motosierra	1.0000	3.0000	3.0000	0.0200	0.0600
SUBTOTAL M					1.0854
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Operador de cargadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.0200	0.0786
Maestro	1.0000	3.9300	3.9300	0.0200	0.0786
Peon	5.0000	3.5100	17.5500	0.0200	0.3510
SUBTOTAL M					0.5082
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.5936
% COSTO INDIRECTO				18%	0.2868
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					1.8805
VALOR OFERTADO:				\$	1.88

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE PROYECTO:		Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar			
NOMBRE DE OFERENTE:					
CODIGO RUBRO:	2				
Detalle:	Trazado y replanteo			UNIDAD:	m2
Rendimiento	63 u/h				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Manuales	1.0000		0.4368	0.0500	0.0218
Equipo Topografico	1.0000	2.5000	2.5000	0.0159	0.0397
SUBTOTAL M					0.0615
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Topografo	1.0000	6.0400	6.0400	0.0159	0.0959
Maestro	1.0000	3.9300	3.9300	0.0159	0.0624
Peon	5.0000	3.5100	17.5500	0.0159	0.2786
SUBTOTAL M					0.4368
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
cal		saco	0.05	4.00	0.20
SUBTOTAL O					0.20
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0.6983
		% COSTO INDIRECTO		18%	0.1257
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			0.8241
		VALOR OFERTADO:			0.82

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE PROYECTO:		Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar			
NOMBRE DE OFERENTE:					
CODIGO RUBRO:	3			UNIDAD:	m2
Detalle:	Adecuacion del terreno				
Rendimiento	300 m2/h				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Rodillo liso	1.0000	38.0000	0.0524	0.0167	0.0009
Tanque cisterna	1.0000	20.0000	20.0000	0.0033	0.0667
Excavadora de oruga	1.0000	60.0000	60.0000	0.0033	0.2000
SUBTOTAL M					0.2675
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
OP excavadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.0033	0.0131
OP tanquero	1.0000	3.9300	3.9300	0.0033	0.0131
Maestro	1.0000	3.9300	3.9300	0.0033	0.0131
OP rodillo	1.0000	3.9300	3.9300	0.0033	0.0131
SUBTOTAL M					0.0524
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0.3199
		% COSTO INDIRECTO		18%	0.0576
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			0.3775
		VALOR OFERTADO:			0.38

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE PROYECTO:		Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar			
NOMBRE DE OFERENTE:					
CODIGO RUBRO:	4				
Detalle:	Diques Provisionales			UNIDAD:	m ³
Rendimiento	43.75 m3/h				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Excavadora de oruga (1m3)	1.0000	60.0000	60.0000	0.0229	1.3714
Herramientas Menores	1.0000		0.5904	0.0500	0.0295
Rodillo liso	1.0000	38.0000	38.0000	0.0229	0.8686
SUBTOTAL M					2.2695
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
OP Excavadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.0229	0.0898
Op Rodillo	1.0000	3.9300	3.9300	0.0229	0.0898
Maestro	1.0000	3.9300	3.9300	0.0229	0.0898
Peon	4.0000	3.5100	14.0400	0.0229	0.3209
SUBTOTAL N					0.5904
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			2.8599
		% COSTO INDIRECTO		18%	0.5148
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			3.3747
		VALOR OFERTADO:			3.37

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE PROYECTO:		Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar			
NOMBRE DE OFERENTE:					
CODIGO RUBRO:	5			UNIDAD:	m ³
Detalle:	Encauzamiento				
Rendimiento	31.25 m3/h				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Excavadora de oruga (1m3)	1.0000	60.0000	60.0000	0.0320	1.9200
Rodillo liso	1.0000	38.0000	38.0000	0.0320	1.2160
Equipo topográfico	1.0000	2.50000	2.5000	0.0320	0.0800
Herramientas Menores			0.8400	0.0500	0.0420
SUBTOTAL M					3.2580
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
OP Excavadora	1.0000	3.9300	3.9300	0.0320	0.1258
Op Rodillo	1.0000	3.9300	3.9300	0.0320	0.1258
Topografo	1.0000	3.9300	3.9300	0.0320	0.1258
Maestro	1.0000	3.9300	3.9300	0.0320	0.1258
Peon	3.0000	3.5100	10.5300	0.0320	0.3370
SUBTOTAL N					0.8400
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			4.0980
		% COSTO INDIRECTO		18%	0.7376
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			4.8356
		VALOR OFERTADO:			4.84

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DE PROYECTO:		Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar				
NOMBRE DE OFERENTE:						
CODIGO RUBRO:	6					
Detalle:	Batería sanitarias (instalación y mantenimiento)			UNIDAD:	u	
Rendimiento	u/hora	0.125				
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas Menores	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
			143.7600	0.0500	7.1880	
SUBTOTAL M					7.1880	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro Peon	A	B	C = A x B	R	D = C x R	
	1.0000	3.9300	3.9300	8.0000	31.4400	
	4.0000	3.5100	14.0400	8.0000	112.3200	
SUBTOTAL N					143.7600	
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Letrina sanitaria movil mantenimiento y limpieza			A	B	C = A x B	
		u	1.00	350.00	350.00	
		u	1.00	200.00	200.00	
SUBTOTAL O					550.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			A	B	C = A x B	
SUBTOTAL P						
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			700.9480	
		% COSTO INDIRECTO		18%	126.1706	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS				
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			827.1186	
		VALOR OFERTADO:			827.12	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE PROYECTO:		Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar			
NOMBRE DE OFERENTE:					
CODIGO RUBRO:		7			
Detalle:		Adquisicion de EPP		UNIDAD: u	
Rendimiento	kit/hora	12			
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro	0.5000	3.9300	1.9650	0.0833	0.1638
Peon	2.0000	3.5100	7.0200	0.0833	0.5850
Inspector de obras	1.0000	3.9400	3.9400	0.0833	0.3283
SUBTOTAL N					1.0771
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
			A	B	C = A x B
kit de EPP (casco, chalecos, guantes, gafas		u	1.00	120.00	120.00
					0.00
SUBTOTAL O					120.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			121.0771
		% COSTO INDIRECTO		18%	21.7939
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			142.8710
		VALOR OFERTADO:			142.87

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DE PROYECTO: Dique para embalsamiento de río, Libertador Bolívar

NOMBRE DE OFERENTE:

CODIGO RUBRO: 8

Detalle: Charlas concientización (incluye entrega tripticos) UNIDAD: u

Rendimiento charlas/hora 0.125

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUBTOTAL M					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro	0.5000	3.9300	1.9650	8.0000	15.7200
Peon	2.0000	3.5100	7.0200	8.0000	56.1600
Inspector de obras	1.0000	3.9400	3.9400	8.0000	31.5200
SUBTOTAL N					103.4000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
tripticos	u	400.00	0.05	20.00	
				0.00	
SUBTOTAL O					20.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			123.4000
		% COSTO INDIRECTO		18%	22.2120
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		OTROS COSTOS INDIRECTOS			
		COSTO TOTAL DEL RUBRO:			145.6120
		VALOR OFERTADO:			145.61

Justificativo de cantidades

Las cantidades propuestas en la tabla 3.7 sobre la cantidad de material para encauzamiento están regidas por el volumen del cuerpo de la presa (tabla 3.3) y por el volumen de excavación para la construcción del aliviadero (tabla 3.6), tomando en consideración un factor de esponjamiento de 1.3

En la cantidad de diques provisionales (2) las dimensiones de los mismos serán de 1.5m de alto, corona de 4m, taludes 4:1y ancho del cauce 5m, factor de esponjamiento 1.3.

Las cantidades presentadas en obras preliminares están consideradas con lo que está presente en el área del proyecto al momento de la realización de este documento.

APÉNDICE D

PLANO 1: Implantación de la presa y secciones transversales.

APÉNDICE E

**PLANO 2 Implantación del canal aliviadero y secciones
transversales.**

APÉNDICE F

PLANO 3 Reservorio aguas arriba del dique y perfil longitudinal del eje de presa.