

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

“Estudio y Diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el Río  
Manglaralto, parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Bolívar Andrés Cedeño Campoverde

Ricardo Adrián Suárez Rivera

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2019

# DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado en primer lugar a mis dos abuelitas, sé que desde el cielo seguirán guiando mis pasos en mi vida profesional. A mis padres, mi hermana y familiares, que son lo más sagrado que tengo. A todos aquellos que formaron parte de mi vida universitaria, docentes, mis compañeros del pre, los del equipo deportivo, el grupo de milagreños politécnicos, demás amigos y futuros colegas, así como a mis mejores amigos, los del colegio.

Bolívar Andrés Cedeño Campoverde

# DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto a lo más lindo que tengo en mi vida, mi familia, a mi madre que fue, es y será mi mayor inspiración y fortaleza, a mi padre, a mis dos hermanas y a mi hermano. Esto es de ustedes también.

Ricardo Adrián Suárez Rivera

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida y ayudarme a no desistir jamás. A mis padres, que me dieron su apoyo incondicional y por estar siempre pendientes de mí. A todos los profesores que desinteresadamente han brindado sus conocimientos para mi formación académica y moral.

A mis tutores, que hicieron de este proyecto un mejor trabajo, en especial al PhD. Miguel Ángel Chávez.

Finalmente, un agradecimiento al PhD. Paúl Carrión, quien brindó su apoyo total desde antes de empezar el proyecto, hasta la culminación de este.

Bolívar Andrés Cedeño Campoverde

# AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres por haberme dado todo lo que necesitaba para llegar a ser un profesional, al PhD. Miguel Ángel Chávez por su apoyo y enseñanzas para llevar a cabo este proyecto y a todas las personas que hicieron que esto sea posible.

Ricardo Adrián Suárez Rivera

# DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Bolívar Andrés Cedeño Campoverde* y *Ricardo Adrián Suárez Rivera* 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”

---

Bolívar Andrés  
Cedeño Campoverde

---

Ricardo Adrián Suárez  
Rivera

# **EVALUADORES**

.....  
**PHD. MIGUEL ÁNGEL CHÁVEZ**  
PROFESOR DE LA MATERIA/TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto se define en conjunto con JAAPMAN como una solución al déficit del agua en la parroquia, para las distintas actividades de las comunas. El objetivo es diseñar el dique de mayor cota para el río Manglaralto usando material de sitio.

El trabajo comenzó con visitas previas a la parroquia, reuniones con la directiva de JAAPMAN, recorrido en campo de trabajo y diálogos con pobladores. Posteriormente se realizó una recopilación bibliográfica exhaustiva para conocer sobre actividades y estudios referentes a la construcción de obras hidráulicas para zonas rurales, de este modo se logró crear una metodología de trabajo. Se realizaron estudios: topográficos, por medio de un GPS diferencial; suelos, tomando muestras, para las que se realizaron los ensayos de límites de Atterberg, permeabilidad, Proctor y corte directo; e hidrológico con un período de retorno de 25 años.

El estudio de laboratorio reflejó tener material arcilloso en los taludes y grava limosa con arena en el cauce del río, ambas poco permeables. Con esta información se determinó el análisis de estabilidad, que reportó un factor de seguridad de 9.318 y flujo de salida aguas abajo de 1.16 L/s. El estudio hidrológico de la cuenca de Manglaralto reportó un caudal de diseño de 88.26 m<sup>3</sup>/s

En conclusión, se prevé que el dique cumpla con el objetivo de satisfacer la demanda de agua de la parroquia, así como la recarga de acuíferos, además que transforma al sitio en un atractivo turístico, siendo una solución económica y factible para el cliente JAAPMAN.

*Palabras claves: Dique, embalse, estabilidad, infiltración, implantación, material de sitio.*



## ABSTRACT

This project is defined together with JAAMPAN as a solution to the water deficit in the parish, for the different activities of the inhabitants. The objective is to design the highest-level dam for the Manglaralto River using site material.

The work began with previous visits to the parish, meetings with the JAAPMAN directive, field visits and dialogues with residents. Subsequently, an exhaustive bibliographic compilation was carried out to learn about activities and studies related to the construction of hydraulic works for rural areas, thus creating a work methodology. Studies were carried out: topographic, using a differential GPS; soils, by taking samples, for which were performed tests of permeability, Atterberg limits, Proctor and direct shear; and hydrological with a return period of 25 years.

The laboratory study reflected having clay material on the slopes and silty gravel with sand in the riverbed, both of low permeability. With this information the stability analysis was determined, which reported a safety factor of 9,318 and downstream outflow of 1.16 L/s. The hydrological study of the Manglaralto basin reported a design flow of 88.26 m<sup>3</sup>/s

In conclusion, the dam is expected to meet the objective of satisfying the parish's water demand, as well as the recharge of aquifers, and transforming the site into a tourist attraction, being an economical and feasible solution for the client, JAAPMAN.

*Key words: Dam, reservoir, stability, infiltration, implantation, site material.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURA.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE PLANO .....	XI
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Descripción del problema.....	2
1.3 Justificación del problema.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Marco teórico.....	4
1.5.1. Parroquia Manglaralto.....	4
1.5.2. Embalse.....	5
1.5.3 Acuífero.....	6
1.5.4. Dique.....	7
1.5.5 Aliviadero.....	7
1.5.6. Estudio hidrológico.....	7
1.5.7 Estudios Geotécnicos.....	8
1.5.7.1. Límites de Atterberg.....	8
1.5.7.2. Permeabilidad.....	9
1.5.7.3. Resistencia al corte directo.....	9
1.5.7.4. Compactación.....	9
CAPÍTULO 2.....	10
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1 Reconocimiento del sitio de estudio.....	12
2.2 Levantamiento topográfico del terreno.....	13

2.3 Toma de muestras para ensayos.....	13
2.4 Ensayos de laboratorio.....	14
2.5 Estudio Hidrológico.....	14
2.6 Alternativas de sitio de cierre de presa.....	14
2.7 Material para construir el dique.....	15
2.8 Diseño del dique.....	16
2.8.1 Volumen del dique.....	16
2.8.2 Volumen de embalse.....	17
2.9 Dimensionamiento del canal vertedero.....	17
2.10 Análisis de estabilidad y red de flujo en la presa.....	18
CAPÍTULO 3.....	19
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	19
3.1 Análisis de la topografía del terreno.....	19
3.2. Análisis de estudios de suelos.....	19
3.3 Análisis de la cuenca de drenaje.....	20
3.4 Diseño de la presa.....	21
3.4.1 Dimensionamiento.....	21
3.4.2 Implantación del eje de presa.....	23
3.4.2.1 Implantación eje de presa “Alternativa A”.....	23
3.4.2.2 Implantación eje de presa “Alternativa B”.....	24
3.4.3 Implantación del cuerpo de presa.....	26
3.4.3.1 Implantación cuerpo de presa “Alternativa A”.....	26
3.4.3.2 Implantación cuerpo de presa “Alternativa B”.....	27
3.4.3.2.1 Primera variante de presa con aliviadero.....	27
3.4.3.2.2 Segunda variante de presa con descarga sobre la corona (sin aliviadero).....	27
3.4.4 Determinación de los volúmenes del terraplén.....	28
3.4.4.1 “Alternativa A”.....	28
3.4.4.2 “Alternativa B”.....	32
3.4.4.2.1 Presa con aliviadero.....	32
3.4.4.2.2 Dique con descarga sobre la corona.....	36
3.4.5 Vaso.....	41
3.4.5.1 “Alternativa A”.....	41
3.4.5.2 “Alternativa B”.....	42
3.5 Diseño canal aliviadero.....	43

3.5.1 Dimensionamiento. ....	43
3.5.2 Planta del aliviadero. ....	44
3.5.3 Volumen del cuerpo del aliviadero. ....	45
3.6 Análisis de las alternativas de implantación de eje de presa. ....	47
3.7 Diseño definitivo. ....	47
3.8 Estabilidad del diseño. ....	48
3.8.1 Carga sísmica. ....	48
3.8.2 Tipo de terreno. ....	48
3.8.3 Valor de factor Z. ....	49
3.8.4 Coeficientes de perfil de suelo. ....	49
3.8.5 Amplificación espectral. ....	51
3.8.6 Espectro elástico. ....	51
3.8.7 Modelamiento y resultado. ....	54
3.9 Flujo a través del dique. ....	56
3.10 Estudio de Impacto Ambiental. ....	57
3.11 Presupuesto del proyecto. ....	57
CAPÍTULO 4. ....	59
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	59
4.1 Conclusiones. ....	59
4.2 Recomendaciones. ....	60
BIBLIOGRAFÍA. ....	61
APÉNDICES. ....	62
Apéndice A: Resultados de ensayos de suelos. ....	62
Apéndice B: Análisis de precios unitarios. ....	68
Apéndice C: Guía de buenas prácticas ambientales. ....	77
ANEXOS. ....	81
Anexo A: Data de precipitación de estación Manglaralto – M0619. ....	81

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FICT	Facultad de Ingenierías en Ciencias de la Tierra
CIPAT	Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra
JAAPMAN	Junta Administradora de Agua Potable de Manglaralto
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
APU	Análisis de Precio Unitario

## SIMBOLOGÍA

m	Metros
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
Kg	Kilogramos
s	Segundo
N	Newton
mm	Milímetros
cm	Centímetros
cm <sup>2</sup>	Centímetros cuadrados
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
Km	Kilómetros
Km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados
Ha	Hectáreas

# ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.1 Ubicación de cuenca y acuífero Manglaralto (Carrión Mero et al., 2018).....	5
Figura 1.2 Acuífero (Ordoñez Gálvez, 2011).....	6
Figura 2.1 Metodología aplicada.....	11
Figura 2.2 Sitio de estudio.....	12
Figura 2.3 Alternativas de sitio de cierre.....	15
Figura 3.1 Plano topográfico.....	19
Figura 3.2 Sección dique con aliviadero.....	22
Figura 3.3 Sección dique sin aliviadero.....	22
Figura 3.4 Implantación eje del dique “Alternativa A”.....	23
Figura 3.5 Perfil longitudinal en eje del dique.....	24
Figura 3.6 Implantación eje del dique “Alternativa B”.....	24
Figura 3.7 Perfil longitudinal en eje del dique.....	25
Figura 3.8 Ejes longitudinales en las dos alternativas de cierre.....	25
Figura 3.9 Cuerpo de presa “Alternativa A”.....	26
Figura 3.10 Cuerpo de dique “Alternativa B” con aliviadero.....	27
Figura 3.11 Cuerpo de presa “Alternativa B” sin aliviadero.....	28
Figura 3.12 Cortes transversales en eje del dique “Alternativa A”.....	29
Figura 3.13 Corte transversal 1-1.....	29
Figura 3.14 Corte transversal 2-2.....	30
Figura 3.15 Corte transversal 3-3.....	30
Figura 3.16 Corte transversal 4-4.....	30
Figura 3.17 Corte transversal 5-5.....	30
Figura 3.18 Corte transversal 6-6.....	31
Figura 3.19 Cortes transversales en eje del dique “Alternativa B” con aliviadero.....	32
Figura 3.20 Corte transversal 1-1.....	33
Figura 3.21 Corte transversal 3-3.....	33
Figura 3.22 Corte transversal 5-5.....	33
Figura 3.23 Corte transversal 7-7.....	34
Figura 3.24 Corte transversal 9-9.....	34
Figura 3.25 Corte transversal 11-11.....	34
Figura 3.26 Corte transversal 13-13.....	35
Figura 3.27 Corte transversal 15-15.....	35
Figura 3.28 Cortes transversales en eje del dique “Alternativa B” sin aliviadero.....	37
Figura 3.29 Corte transversal 1-1.....	37
Figura 3.30 Corte transversal 2-2.....	38
Figura 3.31 Corte transversal 3-3.....	38
Figura 3.32 Corte transversal 4-4.....	38
Figura 3.33 Corte transversal 5-5.....	39
Figura 3.34 Corte transversal 6-6.....	39
Figura 3.35 Corte transversal 7-7.....	39

Figura 3.36 Corte transversal 8-8. ....	40
Figura 3.37 Embalse de agua generado por dique "Alternativa A" .....	41
Figura 3.38 Embalse de agua generado por dique "Alternativa B" con aliviadero. ....	42
Figura 3.39 Embalse de agua generado por dique "Alternativa B" sin aliviadero. ....	42
Figura 3.40 Sección típica del aliviadero. ....	44
Figura 3.41 Planta del aliviadero y la presa. ....	44
Figura 3.42 Corte transversal abscisa 0+010. ....	45
Figura 3.43 Corte transversal abscisa 0+020. ....	45
Figura 3.44 Corte transversal abscisa 0+030. ....	46
Figura 3.45 Tipo de suelo según ensayos realizados. ....	48
Figura 3.46 Coeficiente Z de Manglaralto. ....	49
Figura 3.47 Coeficiente Fa utilizado. ....	50
Figura 3.48 Coeficiente Fd utilizado. ....	50
Figura 3.49 Coeficiente Fs utilizado. ....	51
Figura 3.50 Valor de la amplificación espectral. ....	51
Figura 3.51 Espectro elástico de Manglaralto. ....	52
Figura 3.52 Coeficiente de importancia. ....	53
Figura 3.53 Coeficiente de reducción R. ....	54
Figura 3.54 Parámetros ingresados al software. ....	55
Figura 3.55 Resultado del modelamiento. ....	55
Figura 3.56 Infiltración del dique. ....	56
Figura 3.57 Consulta en el SUIA. ....	57



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Precipitaciones máximas anuales.....	20
Tabla 3.2 Coordenadas implantación eje “Alternativa A”.....	23
Tabla 3.3 Coordenadas implantación eje “Alternativa B”.....	25
Tabla 3.4 Cálculo volumen cuerpo del dique.....	31
Tabla 3.5 Cálculo volumen de dentellón.....	31
Tabla 3.6 Cálculo volumen cuerpo del dique.....	35
Tabla 3.7 Cálculo volumen del dentellón.....	36
Tabla 3.8 Cálculo de volumen del cuerpo de dique.....	40
Tabla 3.9 Cálculo de volumen del dentellón.....	40
Tabla 3.10 Cálculo de volumen de embalse.....	41
Tabla 3.11 Cálculo volumen de embalse.....	43
Tabla 3.12 Cálculo volumen excavación del aliviadero.....	46
Tabla 3.13 Cálculo volumen relleno del aliviadero.....	46
Tabla 3. 14 Presupuesto del proyecto.....	58

# ÍNDICE DE PLANO

T 1/2 Implantación y secciones transversales

T 2/2 Embalse de agua y perfil longitudinal del dique

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN.

La escasez del agua afecta al 40% de la población mundial, el aumento de sequías es uno de los factores claves para el estrés hídrico en varias zonas siendo una de estas la parroquia Manglaralto, ubicada en la provincia de Santa Elena. Entre uno de los objetivos del desarrollo sostenible se tiene la accesibilidad del agua libre de impurezas, aprovechando eficientemente el recurso de agua, en este caso el proveniente del Río Manglaralto mediante inversiones de infraestructuras adecuadas sin que el ecosistema sea severamente afectado.

### 1.1 Antecedentes.

Manglaralto, es caracterizado por ser un sitio de atracción turística, dado a su ubicación en el perfil costanero del Ecuador y sus numerosas comunas, las que viven de actividades como la pesca y el turismo. En esta parroquia del cantón Santa Elena, al 2019 se proyecta una población local cercana a los treinta y nueve mil habitantes, además de una población flotante que en épocas festivas llega a superar las treinta mil personas, lo que conlleva a una mayor demanda de servicios básicos.

Por su ubicación, la provincia de Santa Elena es caracterizada por ser un sector árido con lluvias poco frecuentes, lo cual, aporta a la problemática histórica de sus cantones, la escasez del agua.

La Junta Administradora de Agua Potable de Manglaralto (JAAPMAN), es el ente regulador local para la gestión del agua y es la encargada de proveer este servicio a sus comunidades anexas, debido a que el suministro de agua por tubería de AGUAPEN llega sólo hasta la comuna de Ayangue.

La parroquia Manglaralto se encuentra atravesada por el río del mismo nombre, del cual, la JAAPMAN hace uso de sus aguas para abastecerse del recurso, pero en tiempos de estiaje, resulta imposible obtener provecho alguno.

El acuífero costero de Manglaralto es reconocido por su capacidad de almacenamiento, es por esto por lo que instituciones como la ESPOL, a través del

departamento CIPAT, cooperan para el cuidado y aprovechamiento de las aguas subterráneas; JAAPMAN, a partir de este conocimiento ha construido y puesto en funcionamiento un total de doce pozos para el bombeo de agua desde el subsuelo.

Pese a la implantación de los pozos a lo largo del río a ambos costados de la carretera "vía a Dos Mangas", la recarga de los acuíferos resulta infructífera, ya que, por el tipo de suelo del sector, la infiltración es muy lenta en comparación de la velocidad con la que fluye el río.

En una comunidad, las personas forman comités y reuniones para planificar estrategias a fin de sobrellevar adversidades, esto ha ocurrido en la parroquia Manglaralto, donde de manera artesanal se han construido diques como una solución al desaprovechamiento del agua dulce del río que se pierde al llegar al mar en unos metros aguas abajo.

Los diques forman una contención para el agua, convirtiéndose en un estanque donde el agua retenida puede infiltrarse. Existen un total de cinco diques artesanales y uno técnico-artesanal, pero en su mayoría, no han podido soportar el caudal del río y fallaron.

## **1.2 Descripción del problema.**

La parroquia Manglaralto y comunidades aledañas, a través de la Junta de Administración de Agua Potable de Manglaralto (JAAPMAN), reciben el agua proveniente del acuífero, sin embargo, este recurso se encuentra en peligro de agotamiento debido a factores como el aumento de la población permanente y flotante turística, la época larga de sequía y la falta de un sistema eficiente de retención que sea capaz de almacenar un gran volumen de agua.

Existen ciertas restricciones que pueden comprometer el diseño del proyecto, las cuales, deben ser analizadas para encontrar posibles soluciones.

El asentamiento de viviendas a los costados del río, producto de las invasiones en el sector que han existido desde hace varios años. Estos terrenos se encuentran en la cercanía del cauce provocando, en caso de una crecida, el ingreso del agua en estas viviendas. Pese a todo esto, así como en las carreteras, los ríos tienen una preferencia en sus costados que les permita el crecimiento, siendo necesario la reubicación de los comuneros invasores.

Hacia un costado y a lo largo de todo el río, a escasos metros, se encuentra la carretera “vía a Dos Mangas”, debido a la importancia de esta estructura, es imposible gestionar una ampliación del cauce hacia este lado. A su vez, opuesto a la carretera, existe una zona amplia donde es totalmente factible la acumulación de agua. Es también de consideración el nivel de la carretera, ya resulta inadmisibles un desborde hacia la vía.

La exuberante vegetación que existe en el área, en combinación con las fuertes pendientes y tipo de suelo presente, provocan dificultades en el acceso de maquinarias y personal, tanto para el estudio previo y un diseño, como para la construcción propia del mismo.

El cliente a quien va dirigido el proyecto, JAAPMAN, tiene como prioridad la optimización y cuidado de su río, esto incluye entre otras actividades el mantenimiento de pozos y los diques artesanales existentes, adicional a esto, se incluye la construcción del dique propuesto en esta tesis. La administración de la Junta Administradora de Agua Potable de Manglaralto no cuenta con un amplio presupuesto, por lo que se debe realizar un diseño eficiente y económico, a fin de cumplir con las expectativas financieras sin comprometer el funcionamiento de este, y así pueda ser construido.

### **1.3 Justificación del problema.**

La construcción de un dique favorece a la retención y almacenamiento de agua dulce durante la época de lluvia para su posterior uso como reservas y extracción por bombeo durante épocas de estiaje, abasteciendo permanentemente a la comunidad de agua potable sin que el nivel del agua presente en el acuífero costero Manglaralto tenga descensos significativos, al permitirse también la recarga de este mediante la infiltración del agua almacenada en el vaso.

## **1.4 Objetivos.**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Diseñar un dique con material de sitio y con la mayor capacidad de embalse en el cauce del Río Manglaralto.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Realizar el levantamiento topográfico del vaso de almacenamiento mediante uso de GPS diferencial para análisis de implantación del dique.
- Caracterizar las propiedades geomecánicas del suelo mediante trabajo de campo y ensayos de laboratorio para utilizar en el diseño.
- Analizar las variantes de diseño mediante el uso del software Slide, GeoStudio, Civil3D y ArcGIS.
- Realizar un análisis de precios para estimar el costo de la obra.
- Estimar la evaluación de impacto ambiental de la respectiva obra.

## **1.5 Marco teórico.**

### **1.5.1. Parroquia Manglaralto.**

Manglaralto es una parroquia rural perteneciente al cantón Santa Elena en la provincia de Santa Elena. Su extensión territorial abarca 497,4 Km<sup>2</sup>, del cual, más del 40% del área es zona protegida, ya que cuenta con la presencia de la cordillera Chongón-Colonche.

La población de la parroquia, para el año 2019 se estima con una proyección de 39 mil habitantes. La Población Económicamente Activa (PEA) actualmente representa tan solo el 35% de los habitantes, cuya actividad principal se basa en el sector primario, destacando la agricultura y la pesca (INEC, 2010).

Geográficamente se encuentra delimitada por el norte con el cantón Puerto López, por el este con el cantón Jipijapa, estos dos mencionados pertenecientes a la provincia de Manabí, por el sur con la parroquia Colonche y por el oeste con el Océano Pacífico.

Tres cuencas hidrográficas se tienen en el cantón, Manglaralto, Valdivia y Ayampe. La cuenca del río Manglaralto posee una superficie de 5,490.90 ha, el

depósito aluvial en el cauce del río Manglaralto tiene un espesor promedio de 20m según estudios geofísicos realizados por el CIPAT.

El río Manglaralto tiene como afluentes los ríos Pajiza y Culebra que nacen en la cordillera Chongón-Colonche a la cota 700 aproximadamente. El cauce principal tiene unos 11 km de longitud.

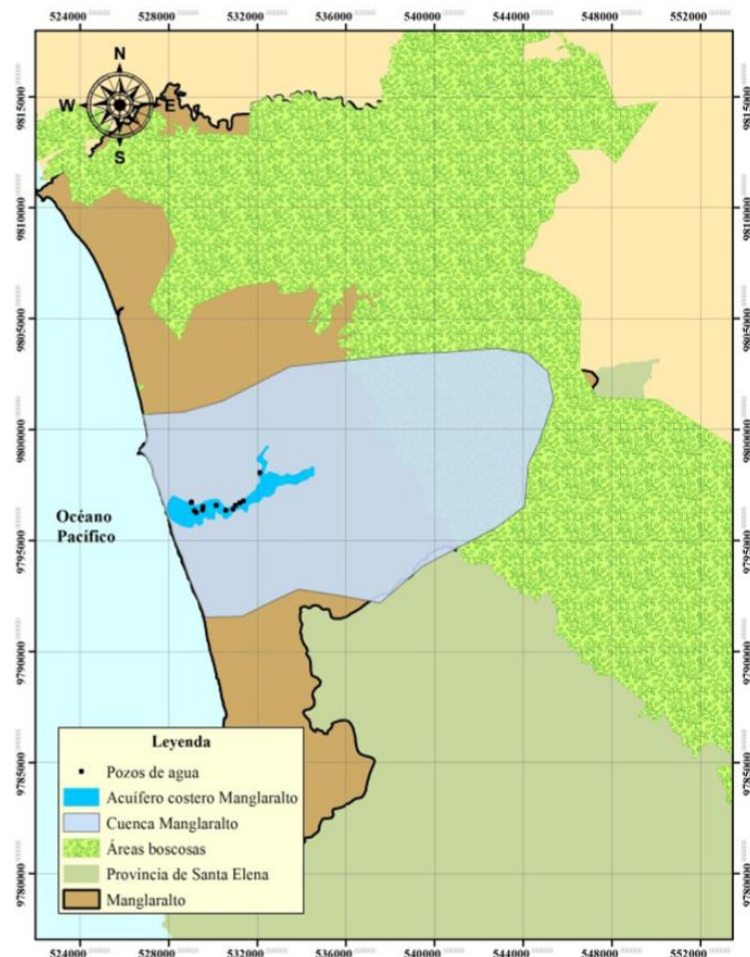


Figura 1.1 Ubicación de cuenca y acuífero Manglaralto (Carrión Mero et al., 2018)

### 1.5.2. Embalse.

Un embalse es la acumulación de agua, producida de forma natural o de forma artificial por la construcción de un dique o presa en el cauce de un río, el cual sirve de cierre o contención. Los embalses se utilizan para regular caudales y almacenar agua en las épocas de lluvia, que puede ser utilizado en los períodos de sequía. Por lo general los embalses deben constar de un cuerpo de dique y un aliviadero, de esta forma ayudar a controlar el nivel de embalse, lográndose una

descarga controlada, reduciendo la posibilidad de inundaciones en las poblaciones aledañas al río (Abd-Elhamid, Abdelaty, & Sherif, 2019).

Un beneficio importante de los embalses es el desarrollo económico que genera a la comunidad ya que se convierten en lugares turísticos al permitir utilizar el agua para consumo y para actividades de recreación, pesca, acuicultura.

La capacidad que presenta el embalse es el volumen de agua acumulado en el vaso de almacenamiento para la altura especificada del dique y su aliviadero.

### 1.5.3 Acuífero.

Un acuífero es el almacenamiento de agua en un volumen subterráneo de roca y arena que puede ser bombeada o drenada, se clasifican en acuíferos libres, semiconfinados y confinados (Sharaky, Elewa, & Kasem, 2017). Los libres son aquellos que liberan el agua procedente del drenaje de sus poros, acuífero semiconfinado es donde el agua circula verticalmente y el acuífero confinado cede el agua producto de una expansión de esta y de la descompresión de la estructura permeable vertical. Presentan características como la permeabilidad, porosidad, transmisibilidad (Ordoñez Gálvez, 2011).



**Figura 1.2 Acuífero** (Ordoñez Gálvez, 2011)



#### **1.5.4. Dique.**

Un dique es una estructura de contención construida con piedra, tierra, hormigón, que se levanta en el estrechamiento del río con el objetivo de embalsar el agua del cauce fluvial sirviendo de reservorio para su aprovechamiento futuro. Los principales componentes de un dique son la corona, el borde libre, nivel máximo de embalse, núcleo impermeable. Está diseñado para resistir las fuerzas ejercidas por la presión del agua, y para impedir las infiltraciones a lo largo de su estructura (Soares, Terêncio, Fernandes, Machado, & Pacheco, 2019).

#### **1.5.5 Aliviadero.**

Un aliviadero o también llamado vertedero es una estructura hidráulica que se construye para posibilitar el paso libre o controlado del volumen de agua contenido en un embalse cuando este alcanza niveles altos, garantizando de esta manera la seguridad de la presa. Los tipos de vertederos más conocidos son los de borde libre y los de compuerta. Los de borde libre permiten el paso del agua sin obstrucción una vez que el nivel de embalse supere la cota de dicha estructura. Los de compuerta son aquellos que controlan el vertimiento abriendo total o parcialmente sus compuertas.

#### **1.5.6. Estudio hidrológico.**

Un estudio hidrológico resulta indispensable para conocer el caudal que va a circular a través del río en un caso extremo y de esta manera, controlar los estragos que pueda causar un evento de precipitaciones intensas relativas a la zona (Jaafar, 2014).

El río Manglaralto se encuentra ubicada en la zona baja de la cuenca homónima, por su ubicación, que desemboca al mar, su caudal acumula toda el agua de precipitación del área. Según (SENAGUA, 2002) la cuenca posee una superficie de 133.06 km<sup>2</sup>, abarcando gran parte de la parroquia Manglaralto, llegando hasta la comunidad Montañita por el norte y Libertador Bolívar por el sur.

Del INAMHI, a través de su biblioteca abierta en línea, es posible obtener datos relacionados a estaciones meteorológicas de cualquier zona del Ecuador. Para este caso, por cuestiones de ubicación, cantidad y validez de datos, la estación

más idónea para el estudio a usar es la “Manglaralto (M0619)”, que recopila información desde el año 1989 hasta el año 2013. Los anuarios permiten obtener data media y máxima de temperatura y precipitación, este último será útil en el cálculo del caudal máximo de diseño.

### **1.5.7 Estudios Geotécnicos.**

La investigación al subsuelo es un componente fundamental para desarrollar adecuadamente un proyecto hidráulico. Para el presente proyecto se efectuaron estudios geotécnicos de los materiales del depósito aluvial actual y también de los costados del cauce.

Se realizaron varios ensayos con el fin de determinar sus propiedades físicas y mecánicas, tal es el caso de los límites de atterberg, resistencia al corte, permeabilidad. Dentro de los parámetros del esfuerzo cortante los más importantes son el ángulo de fricción y la cohesión, necesarias para diseñar el cuerpo de presa.

#### **1.5.7.1. Límites de Atterberg.**

Los límites de Atterberg están directamente relacionados con la cantidad de agua que posee un material, este ensayo tiene como objetivo determinar la plasticidad de material del suelo pasante del tamiz #40. El suelo a medida que el contenido de humedad disminuye pasa por diferentes estados conocidos como los límites de Atterberg que son: el límite líquido, el límite plástico y el límite de retracción.

El límite líquido se define como el contenido de humedad del suelo al momento de perder la fluidez cuando pasa del estado líquido al estado plástico.

El límite plástico es la frontera entre el estado plástico y el estado semi sólido, se mide por el contenido de agua que posee el material al momento de perder plasticidad.

El límite de contracción es el límite entre el estado semi sólido y sólido, en dónde una pérdida de humedad no causa disminución en el volumen del suelo.

### **1.5.7.2. Permeabilidad.**

La permeabilidad es la capacidad que tiene el suelo para dejar fluir el agua con mayor o menor facilidad, se encuentra condicionada por la porosidad de este. Se mide en función de la velocidad del flujo de agua a través de los poros del suelo en un tiempo determinado. El coeficiente de permeabilidad es expresado en cm/s, hay muchos factores que influyen sobre este valor, como la relación de vacíos, la temperatura del agua, el tamaño de las partículas, agujeros y fisuras.

Una de las formas de obtener este parámetro es en el laboratorio mediante el permeámetro de carga variable, en donde el agua filtrada es medida de manera indirecta mediante la observación de la disminución del nivel de agua de un tubo recto colocado sobre la muestra y el tiempo transcurrido.

### **1.5.7.3. Resistencia al corte directo.**

La resistencia al corte de una muestra de suelo es la resistencia interna por área unitaria que esta ofrece para resistir a la falla y al deslizamiento a lo largo de cualquier plano.

El ensayo de la resistencia al corte directo es necesario para el estudio de los problemas de estabilidad, presión lateral ejercida sobre cuerpos de retención de tierra, capacidad de carga. Proporciona parámetros resistentes como el ángulo de fricción y la cohesión que son fundamentales para realizar dichos estudios.

### **1.5.7.4. Compactación.**

El ensayo de compactación tiene como objetivo el cálculo de la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo para ser compactado, estos valores se los obtiene de la curva de compactación para una energía dada, con este ensayo se consigue que la resistencia a la compresión y al corte aumenten, el suelo se vuelve menos susceptible a las variaciones del contenido de humedad, se obtiene una mayor homogeneidad y uniformidad, la permeabilidad y los asentamientos disminuyen. Entre los métodos de compactación se tienen el Proctor modificado, el Proctor standard y el Proctor Harvard.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA.

La metodología empleada para el presente proyecto es dividida en tres fases progresivas, es decir, que se continúa a la siguiente fase únicamente después de haber obtenido toda la información y haber realizado todas las actividades especificadas.

La primera fase consiste en un análisis exhaustivo de campo, empezando con visitas de reconocimiento, ver posibles ubicaciones para tomas de muestra y para emplazamiento del dique. Después, se requirió realizar los estudios de las diferentes componentes que integran el proyecto, como son: suelos, hidrología y topografía.

A partir de la información de campo se procede a la segunda fase, el análisis de alternativas. Los diferentes factores por tomar en consideración son: el sitio de ubicación del dique, los materiales con los que se construirá el cuerpo de presa y la estructura que permitirá el desalojo del exceso de agua.

Una vez definidas todas las alternativas, se establece una geometría preliminar para el dique, la cual con ayuda de softwares y los datos de materiales obtenidos en la primera fase, se realizan análisis de estabilidad y de flujo interno de agua a través del dique. Si y solo si estos análisis cumplen con el requerimiento mínimo, el prediseño puede aceptarse como válido y por consiguiente se procede a establecer el diseño definitivo, el cual incluyen todos los planos respectivos, un análisis de los costos de construcción y un estudio de impacto ambiental.

Esta metodología se resume por medio de un diagrama de flujo, mostrado en la figura 2.1.

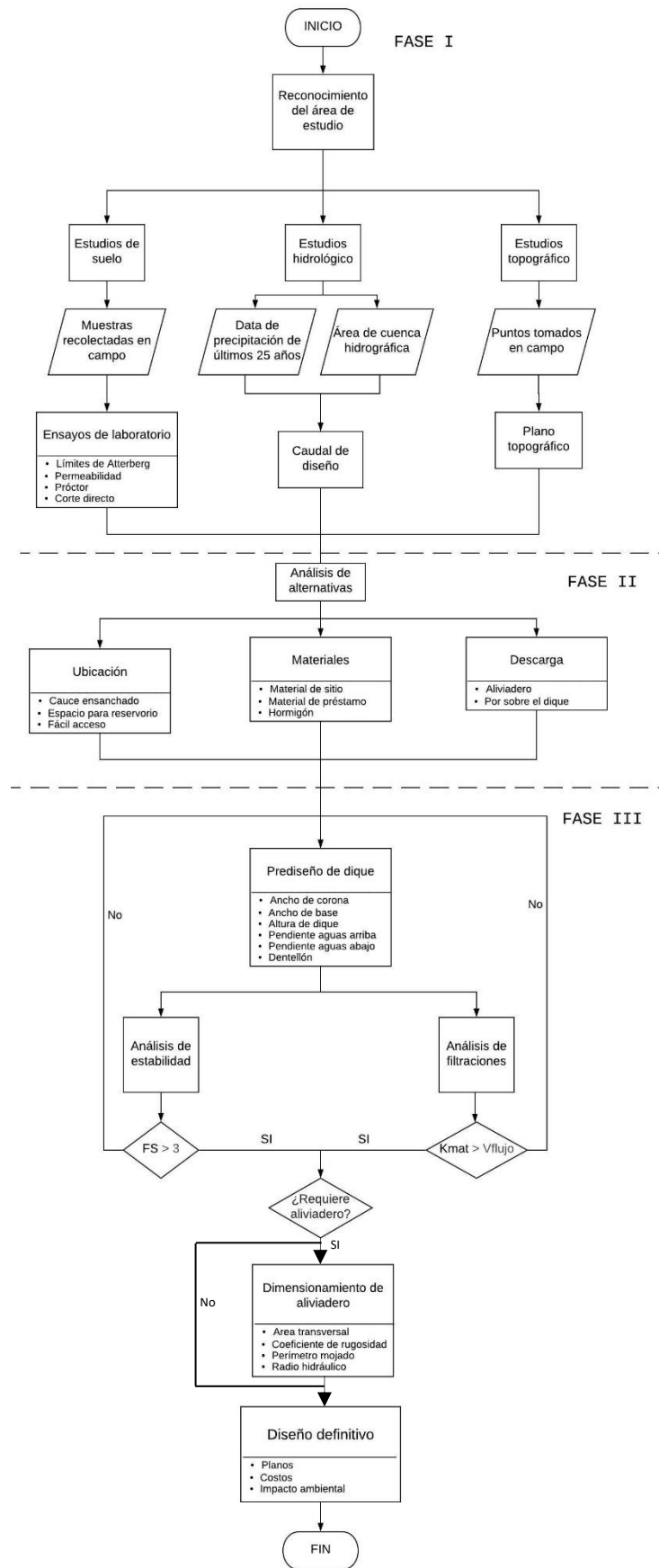


Figura 2.1 Metodología aplicada.

## 2.1 Reconocimiento del sitio de estudio.

El sitio de estudio se localiza en la parte baja de la cuenca del Río Manglaralto, específicamente entre el dique de tierra 1 y el dique de tierra 4 ya existentes, como lo indica la figura 2.2, abarcando una longitud de aproximadamente 700 m y un área cercana a 50.000m<sup>2</sup>. Se constató la ubicación y el estado de los diques existentes a lo largo del río, uno ya ha sido removido por el flujo, y los restantes se encuentran en mal estado, se realizó recorridos en ambos costados del eje del río, en la parte izquierda se encuentran taludes naturales casi verticales, existe una vivienda, la carretera hacia Dos Mangas. En la parte derecha se encuentran taludes naturales casi verticales, quebradas, y el valle con una vegetación muy densa.

La primera visita se la realizó en el mes de marzo en donde el río presentaba en ciertos tramos un nivel de agua entre 1 m – 2 m, desde el mes de mayo que se realizó las posteriores visitas el río se encontraba seco, lo que facilitó en gran medida la realización de la topografía y la toma de las muestras de suelo para los respectivos ensayos de laboratorio.



**Figura 2.2 Sitio de estudio.**

## **2.2 Levantamiento topográfico del terreno.**

El factor más importante para tener un buen diseño del dique era la topografía, para esto fue necesario realizar un apropiado levantamiento del terreno, analizando las condiciones de este y todo lo que se encontrara sobre él, haciendo referencia tanto a árboles, pendientes, cauce del río, entre otras para tomar la mayor cantidad de puntos necesarios y obtener una topografía correcta. Al ser la zona de exuberante vegetación y con taludes muy empinados, adicionando a las lloviznas ocasionales que suscitaban por aquellos días que volvían el suelo resbaloso, el instrumento más factible para trabajar era el GPS diferencial de alta precisión en su modo RTK. El levantamiento topográfico fue realizado en sesiones de varios días, con hitos de referencia, estableciendo sus coordenadas con el GPS diferencial en modo Estático.

En campo se obtuvo datos del cauce del río, taludes a ambos lados de este, carretera y referenciación de pozos y diques existentes hasta el momento, dando como resultado 609 puntos de data en la zona de estudio ya descrita anteriormente. Dichos puntos fueron importados al software AutoCAD Civil 3D para su correspondiente análisis.

## **2.3 Toma de muestras para ensayos.**

Para llevar acabo los diversos ensayos es necesario la toma de muestras in situ, las muestras que se obtuvieron fueron alteradas ya que los ensayos a realizar no requerían que las muestras sean inalteradas. El método utilizado para la extracción fue el de la calicata. Se lo realizó a mano empleando palas, picos y barretas, las excavaciones realizadas fueron de 0,5m\*0,5m\*0,5m.

La toma de muestras se lo realizó en tres lugares distintos del río, la primera fue obtenida del talud derecho, la segunda del talud izquierdo y la tercera del fondo de cauce. Las muestras fueron selladas en fundas de plástico y luego trasladadas al laboratorio. En el caso de la muestra del talud derecho se le realizó el ensayo de límites de Atterberg y el de permeabilidad, a la muestra del talud izquierdo sólo límites de Atterberg y a la muestra del fondo del cauce se le ensayó Proctor, corte directo y permeabilidad.

## 2.4 Ensayos de laboratorio.

En el laboratorio LEMCO se efectuaron los ensayos para determinar los parámetros antes descritos en el numeral 1.5.7.

## 2.5 Estudio Hidrológico.

El método probabilístico por usarse es la "Distribución de Gumbel", la cual, permite determinar el valor máximo probable para un período de retorno establecido, utilizando información de eventos máximos suscitados en situaciones pasadas referente a la variable en cuestión.

Otra ecuación útil en el estudio hidrológico de la cuenca es la del "Método racional", la cual permite calcular el caudal de salida de una cuenca hidrográfica basado en las variables "Coeficiente de escorrentía (c)", "Intensidad (I)", "Área de cuenca".

La variable para obtener por la Distribución de Gumbel es el caudal de diseño, pero a falta de registros históricos de caudales máximos es factible en su lugar hacer uso de datos de intensidad de precipitación, para hallar la intensidad máxima probable de diseño y esta última introducirla en la ecuación del método racional.

La ecuación que rige la distribución es la siguiente:

$$I_d = \alpha * Y_t + u \quad (2.1)$$

$$Y_t = -\ln \left( \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right) \quad (2.2)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S \quad (2.3)$$

$$u = \bar{X} - 0.5772 * \alpha \quad (2.4)$$

$$Q = C * I * A \quad (2.5)$$

## 2.6 Alternativas de sitio de cierre de presa.

Se consideraron dos alternativas para la implantación del eje de presa, como lo indica la figura 2.3, ambas se encontraban ubicadas entre el dique de tierra 2 y el dique de tierra 3, la "Alternativa A" fue propuesta inicialmente debido a las condiciones ideales del terreno, al presentarse un estrechamiento en esa sección



el dique requería menor volumen de materiales, la "Alternativa B" fue implantar un nuevo dique sobre el dique de tierra 2 ya construido debido a que se encuentra deteriorado.

En la sección de análisis se evaluó cada una de las opciones teniendo en cuenta el volumen de agua que puedan almacenar y el volumen del terraplén que incide directamente en el costo.



Figura 2.3 Alternativas de sitio de cierre.

### 2.7 Material para construir el dique.

El cuerpo del dique de contención debe ser construido con materiales que poseen propiedades geomecánicas que garanticen la estabilidad de los taludes y que soporten las fuerzas de filtración. (M.A. Chong,2001)

Para el presente proyecto, conociendo el comportamiento que pueden tener los diques bien contruidos se consideró conveniente utilizar los materiales granulares- limosos, con un contenido arcilloso, que se tienen en el depósito aluvial del río.

## **2.8 Diseño del dique.**

Se consideró un dique homogéneo con taludes bien tendidos. En el paramento aguas arriba los taludes serán 3:1, en tanto que aguas abajo 4:1, como se observa en la figura 3.2. También se analizó la alternativa de tenerse taludes 4:1 aguas arriba y 6:1 aguas abajo, como lo indica la figura 3.3.

Se incluyó un dentellón de sección trapezoidal bajo el cuerpo del dique para asegurar que no se produzcan infiltraciones.

Inicialmente se realizó el diseño del dique de la “Alternativa A” sin embargo al no contar con una capacidad de embalse de agua suficientemente grande, se la descartó y se procedió a trabajar en el otro sitio de implantación.

Se diseñó dos tipos de diques para la implantación “Alternativa B”, el primero en base a la construcción de la obra complementaria del aliviadero para la descarga del agua, y el segundo sin aliviadero considerando la descarga del agua sobre la corona.

Los detalles se encuentran en la sección de análisis y resultados.

### **2.8.1 Volumen del dique.**

Para el cálculo del volumen del dique se utilizaron las secciones transversales a lo largo de su eje. El volumen de la primera abscisa de muestreo siempre es igual a cero, mientras que el volumen de las abscisas siguientes fue calculado según la ecuación 2.6.

$$V_i = \left( \frac{A_i + A_{i-1}}{2} \right) * x \quad (2.6)$$

Siendo  $V_i$  el volumen del cuerpo del dique en la abscisa correspondiente,  $A_i$  el área que tiene el dique en esa abscisa,  $A_{i-1}$  el área del dique en la abscisa anterior,  $x$  la distancia entre las abscisas.

Los cálculos ejecutados para cada alternativa se presentan desde el cuadro 3.4 hasta el 3.9.

### 2.8.2 Volumen de embalse.

Para el cálculo del volumen de almacenamiento, se utilizó la cota mínima y máxima de embalse, siendo la mínima la cota del terreno natural, mientras que la máxima fue considerando un borde libre de 0.5m respecto a la cota de corona.

Para el cálculo del volumen de agua que almacena cada una de las cotas, se utilizó la metodología del cálculo del volumen del dique, siendo  $A_i$  el área de la cota correspondiente,  $A_{i-1}$  el área de la cota anterior,  $x$  la distancia entre ambas cotas.

Los cálculos ejecutados para cada alternativa se presentan en los cuadros 3.10 y 3.11.

### 2.9 Dimensionamiento del canal vertedero.

El aliviadero de excesos se definió aplicando el concepto de canales erosionables que se socavan, pero no se sedimentan, el método utilizado para el dimensionamiento de la sección transversal del aliviadero fue el de la velocidad máxima permisible que asegura un estado libre de erosión en el cuerpo del canal.

A partir de la tabla propuesta por Portier y Scobey (1926) se obtienen valores teóricos del coeficiente de Manning y la velocidad permisible según el tipo de material de la zona.

La ecuación de la continuidad nos ayuda a calcular al área transversal del canal.

$$A = \frac{Q}{v} \quad (2.7)$$

A partir de la ecuación de Manning se obtiene el radio hidráulico de la sección.

$$R_h = \left( \frac{Q \cdot n}{A \cdot S^{1/2}} \right)^{3/2} \quad (2.8)$$

El perímetro mojado se lo obtiene de la siguiente manera.

$$P = \frac{A}{R_h} \quad (2.9)$$

Con el área y el perímetro mojado, se forma un sistema de ecuaciones que da como resultado los valores del ancho de solera y el tirante de la sección transversal trapezoidal.

Finalmente, con la ayuda de las dimensiones del canal y del respectivo abscisado de su eje, se obtienen las secciones típicas del aliviadero con las que se obtiene el volumen de excavación para su construcción.

### **2.10 Análisis de estabilidad y red de flujo en la presa.**

La estabilidad de los espaldones del dique se evaluó mediante el software SLIDE, se realiza una modelación del cuerpo de la presa, incluyendo todas las propiedades del material a utilizarse, así como la incursión de la presión ejercida por el agua reposada, una carga distribuida asumida sobre la corona por el paso de personas y efectos de sismicidad de la zona. Lo preponderante es la obtención del factor de seguridad para la estabilidad del talud.

Con la ayuda del programa GeoStudio, es posible simular el dique con el nivel del agua, sus propiedades físicas y mecánicas y poder observar el comportamiento de las líneas de flujo.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

### 3.1 Análisis de la topografía del terreno.

A partir del modelamiento en AutoCAD Civil 3D de los puntos tomados con el GPS diferencial se crean las curvas de nivel del área que interviene en el diseño del dique dispuestas cada 1m, como se muestra en la figura 3.1. Esta será la base para el diseño del dique y del canal aliviadero.

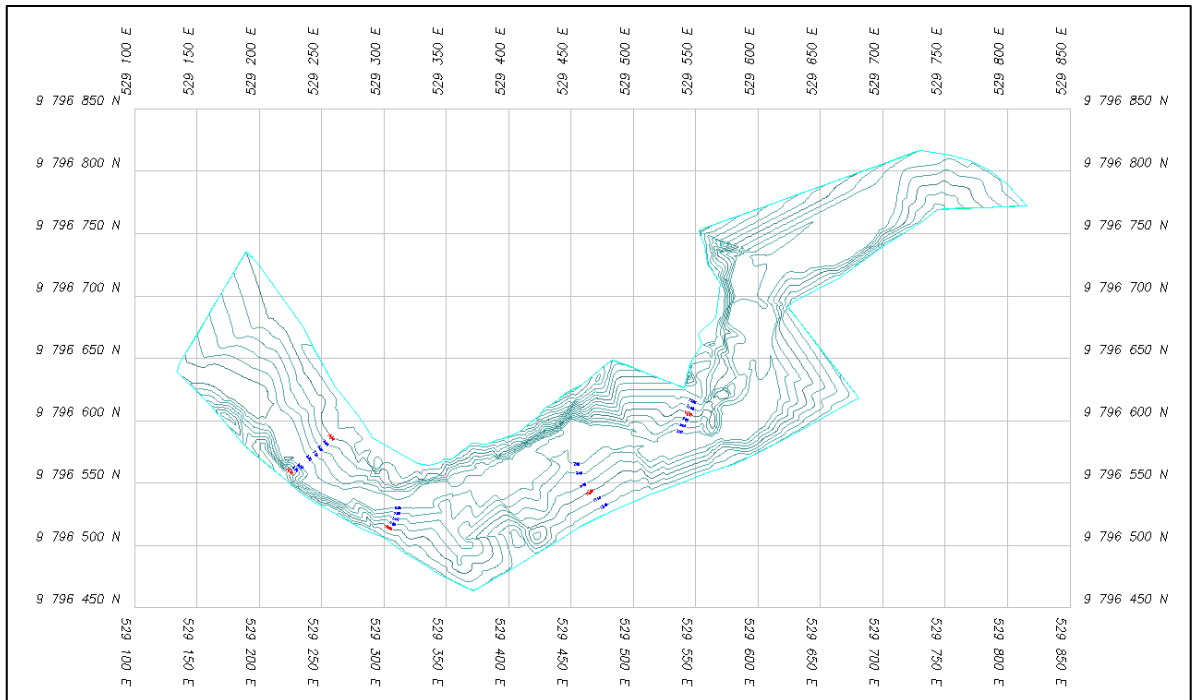


Figura 3.1 Plano topográfico.

### 3.2. Análisis de estudios de suelos.

Las muestras tomadas en campo fueron obtenidas tanto en los taludes a ambos lados del río, como en su cauce, con la finalidad de poder determinar si tienen las propiedades adecuadas para construir la presa.

En el (Apéndice A1) y (Apéndice A2) se pueden observar los resultados de los ensayos de “Límites de Atterberg” y de “Permeabilidad” respectivamente, correspondientes al talud derecho del río. Los resultados demuestran que en el

empotramiento derecho se tiene una “arcilla de alta plasticidad” por lo que se deduce que son capas de suelo impermeable.

Al talud izquierdo, únicamente se le realizó un estudio de límites (Apéndice A3), dando como resultado suelos limo arcillosos.

Con las muestras tomadas en el cauce se realizaron los ensayos de Permeabilidad (Apéndice A4), Proctor (Apéndice A5) y corte directo (Apéndice A6).

### 3.3 Análisis de la cuenca de drenaje.

El registro del INAMHI, provee los datos de precipitación diaria y es posible obtener con ella la información de intensidad máxima para un tiempo de 24 horas, representada en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1 Precipitaciones máximas anuales.**

Año	Precipitación máxima en 24 horas Intensidad (mm/día)	Fecha exacta
1989	70,00	27/01/1989
1990	14,50	03/02/1990
1991	64,00	05/02/1991
1992	104,00	24/03/1992
1993	51,20	15/02/1993
1994	30,60	02/02/1994
1995	52,00	22/02/1995
1999	86,00	15/02/1999
2000	4,00	13/03/2000
2002	5,50	17/11/2002
2003	58,00	26/02/2003
2004	10,00	08/02/2004
2005	18,10	11/02/2005
2006	42,00	04/02/2006
2007	180,40	03/03/2007
2008	48,00	19/02/2008
2011	57,00	03/04/2011
2012	82,60	27/02/2012
2013	25,00	28/05/2013

Se calculan los datos estadísticos de media aritmética ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (S):

$$\bar{X} = \frac{\sum P_i}{19} = \frac{1002.90 \frac{\text{mm}}{\text{día}}}{19} = 52.784 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \quad (3.1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}} = \sqrt{\frac{31889.55}{19}} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{día}} \right] = 40.97 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \quad (3.2)$$

Con estos datos se procede a determinar las restantes variables del modelo.

$$Y_t = -\ln \left( \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right) = -\ln \left( \ln \left( \frac{25}{25-1} \right) \right) = 3.20 \quad (3.3)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * 40.97 \frac{\text{mm}}{\text{día}} = 31.94 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \quad (3.4)$$

$$u = \bar{X} - 0.5772 * \alpha = 52.784 \frac{\text{mm}}{\text{día}} - 0.5772 * 31.94 \frac{\text{mm}}{\text{día}} = 34.35 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \quad (3.5)$$

$$I_d = \alpha * Y_t + u = 31.94 \frac{\text{mm}}{\text{día}} * 3.20 + 34.35 \frac{\text{mm}}{\text{día}} = 136.52 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \quad (3.6)$$

El modelo de Gumbel ha resultado en una intensidad de diseño equivalente a  $136.52 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$ . Se procede a utilizar la fórmula del método racional para calcular el caudal de diseño.

$$Q = C * I * A = 0.42 * \left( 1.58 \times 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \right) * (1.33 \times 10^8 \text{ m}^2) = 88.26 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (3.7)$$

Finalmente se obtiene el valor de caudal con el que se realizarán los respectivos diseños a un período de retorno de 25 años, cuyo resultado es  $88.26 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ .

### 3.4 Diseño de la presa.

Se realizó un diseño de presa para el primer sitio de implantación “Alternativa A”, mientras que para el segundo sitio de implantación “Alternativa B” se diseñaron dos variantes, la primera contemplaba la descarga del agua mediante un aliviadero ubicado en el margen derecho y la segunda la descarga del agua sobre la corona.

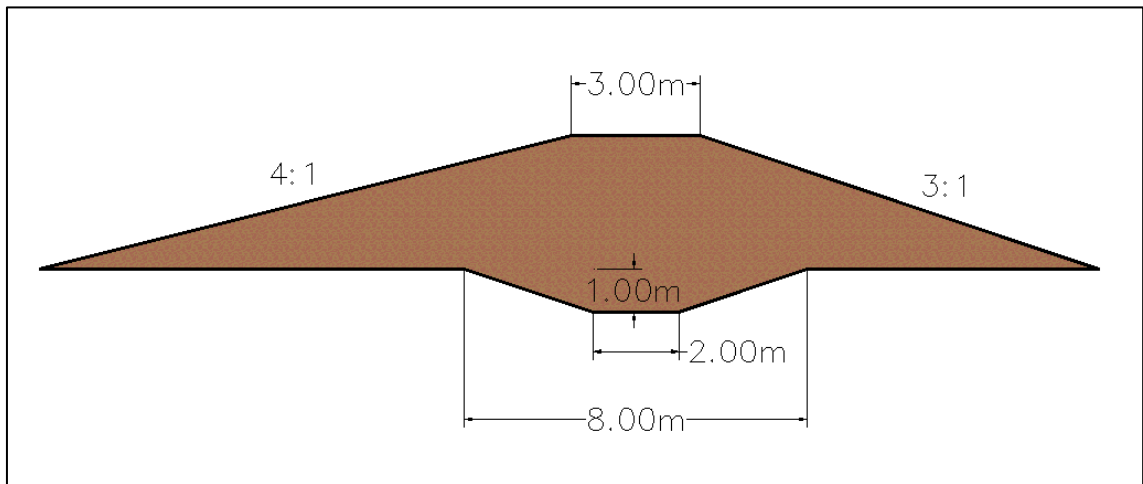
A partir de las curvas de nivel obtenidas se determina la cota máxima de la corona que es de 8 m y la cota máxima de embalse de 7.5 m.

#### 3.4.1 Dimensionamiento.

En el primer sitio de implantación “Alternativa A” se propuso un dique con sección trapezoidal, de tierra homogénea obtenida del sitio, con un ancho de corona de 3m, talud de aguas arriba 3:1, talud de aguas abajo 4:1.

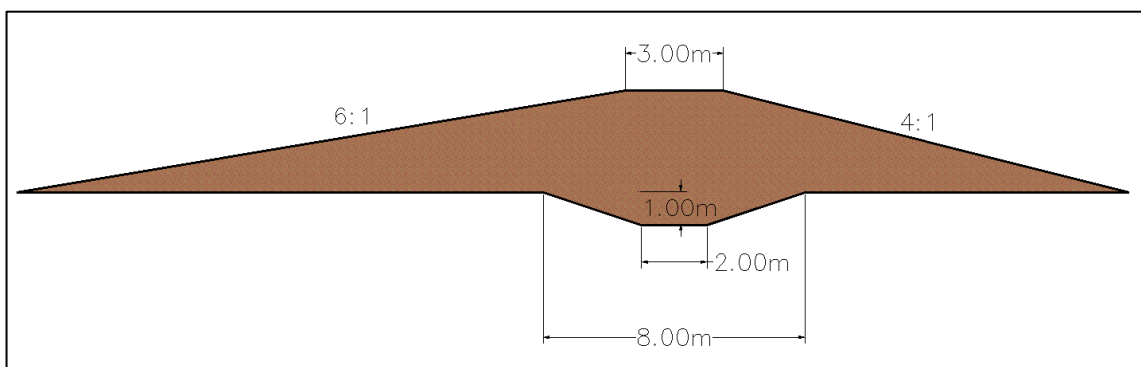
En el segundo sitio de implantación “Alternativa B”, la primera variante se basó en un dique con sección trapezoidal, de tierra homogénea obtenida del sitio, con un ancho de corona de 3 m, talud de aguas arriba 3:1, talud de aguas abajo 4:1.

Para una mayor estabilidad se construirá un dentellón bajo el cuerpo del dique que servirá como apoyo a la cimentación, se utilizará una sección trapezoidal con una base menor de 2 m, una base mayor de 8 m y una altura de 1 m. En la figura 3.2 se muestra la sección típica.



**Figura 3.2 Sección dique con aliviadero.**

Para la segunda variante del sitio de implantación “Alternativa B” se diseñó un dique de igual geometría que el descrito anteriormente, pero con talud de aguas arriba 4:1 y talud de abajo 6:1. En las figuras 3.3 se muestra la sección típica.



**Figura 3.3 Sección dique sin aliviadero.**



### 3.4.2 Implantación del eje de presa.

#### 3.4.2.1 Implantación eje de presa “Alternativa A”.

El eje del dique en este sitio de implantación cuenta con una longitud de corona de 25.1 m como lo indica la figura 3.4. Las coordenadas se presentan en la tabla 3.2.

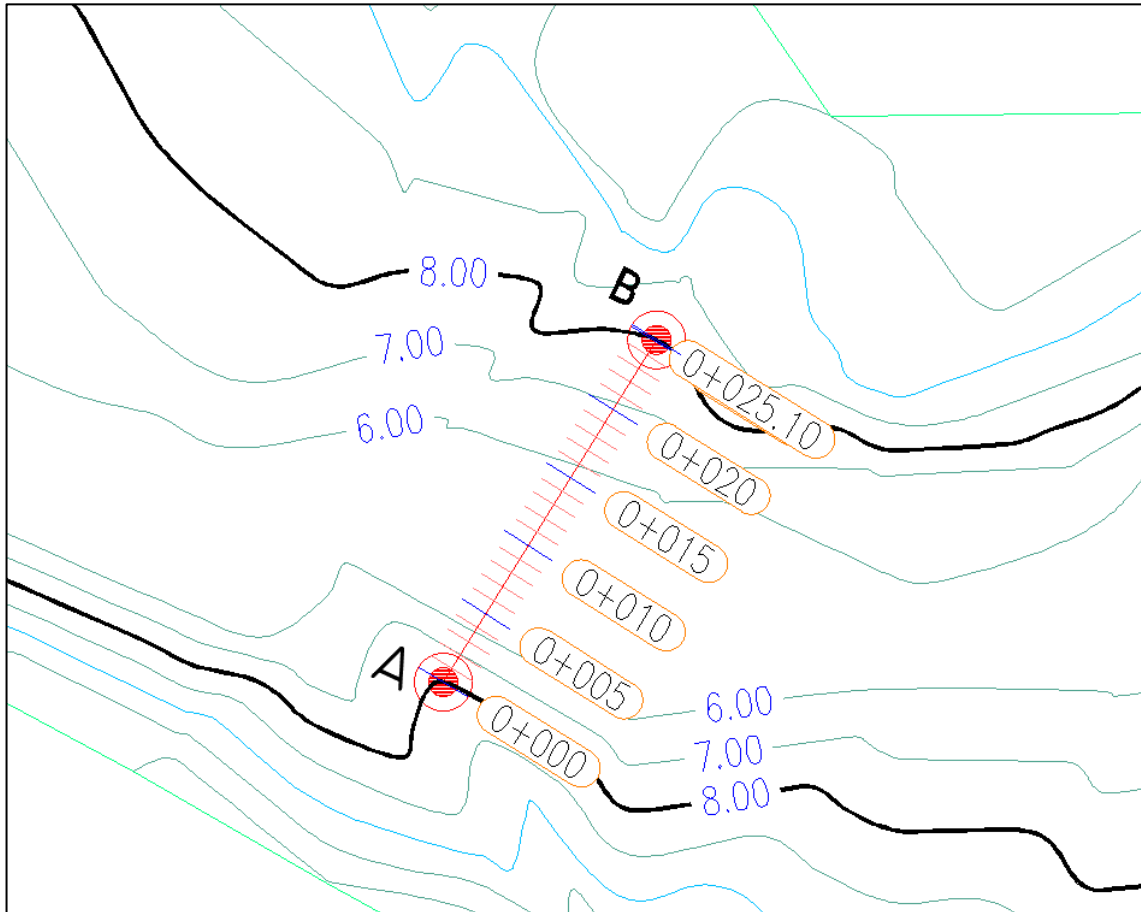
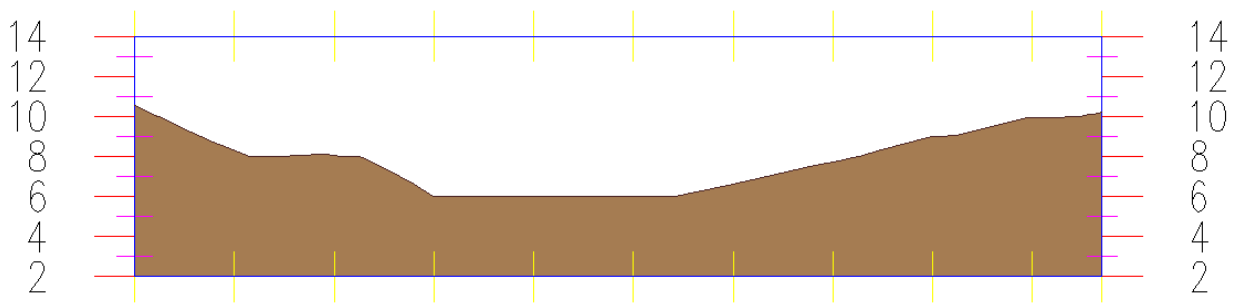


Figura 3.4 Implantación eje del dique “Alternativa A”.

Tabla 3.2 Coordenadas implantación eje “Alternativa A”.

PUNTOS	COORDENADAS	
	X	Y
A	529281.023	9796530.331
B	529294.299	9796551.634

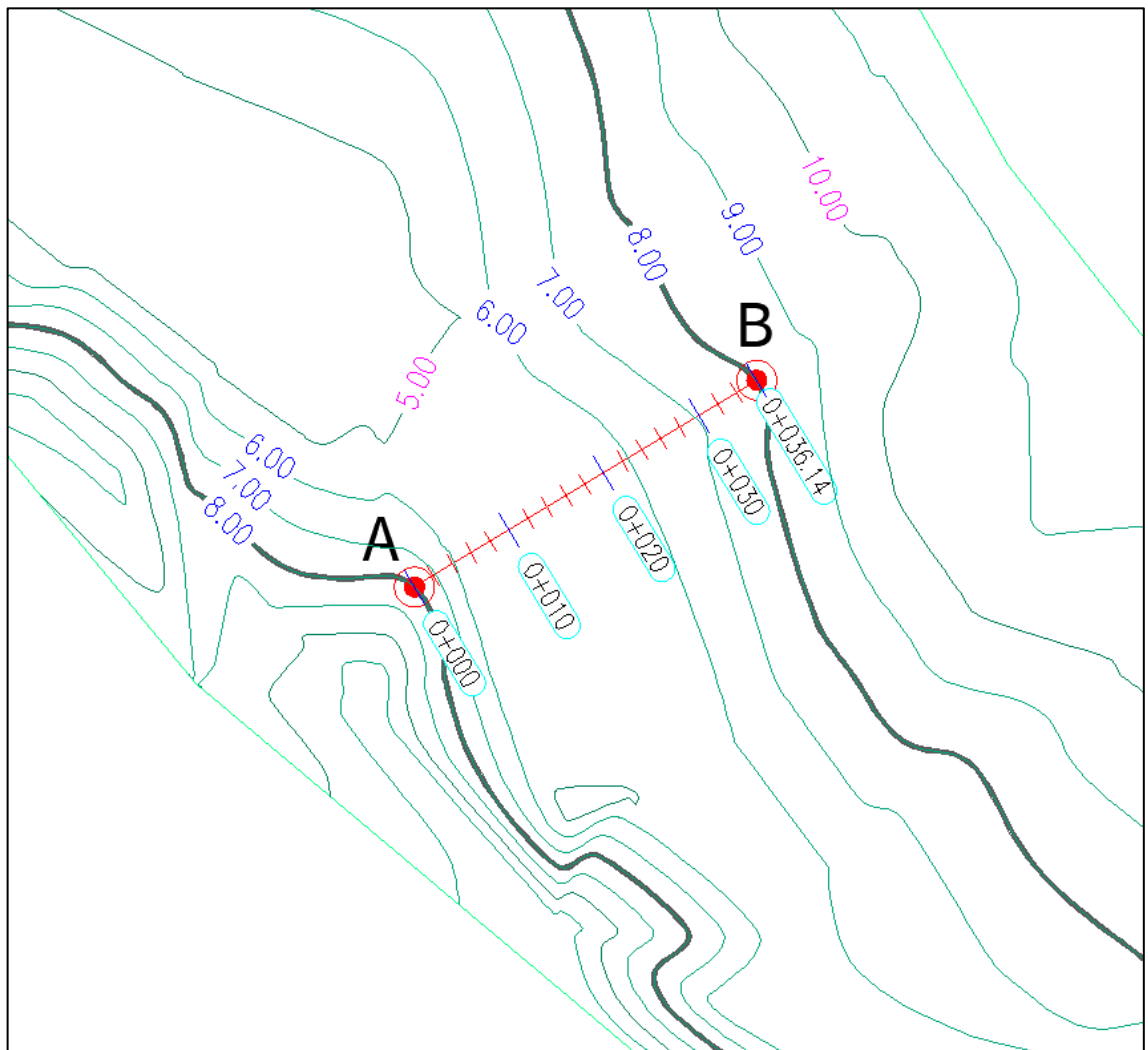
En la figura 3.5 se presenta el perfil longitudinal de la presa (perpendicular al cauce)



**Figura 3.5 Perfil longitudinal en eje del dique.**

### 3.4.2.2 Implantación eje de presa “Alternativa B”.

Para este sitio de implantación el eje del dique de cuenta con una longitud de 36.14m, siendo mayor al sitio de implantación “Alternativa A”. Ver figura 3.6. En la tabla 3.3 se presentan las coordenadas.

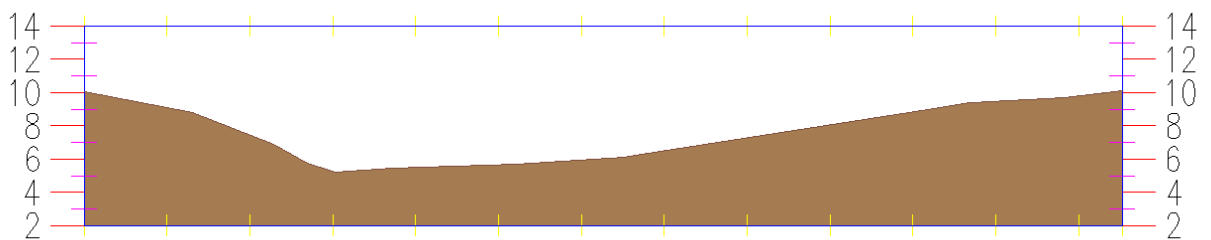


**Figura 3.6 Implantación eje del dique “Alternativa B”.**

**Tabla 3.3 Coordenadas implantación eje “Alternativa B”.**

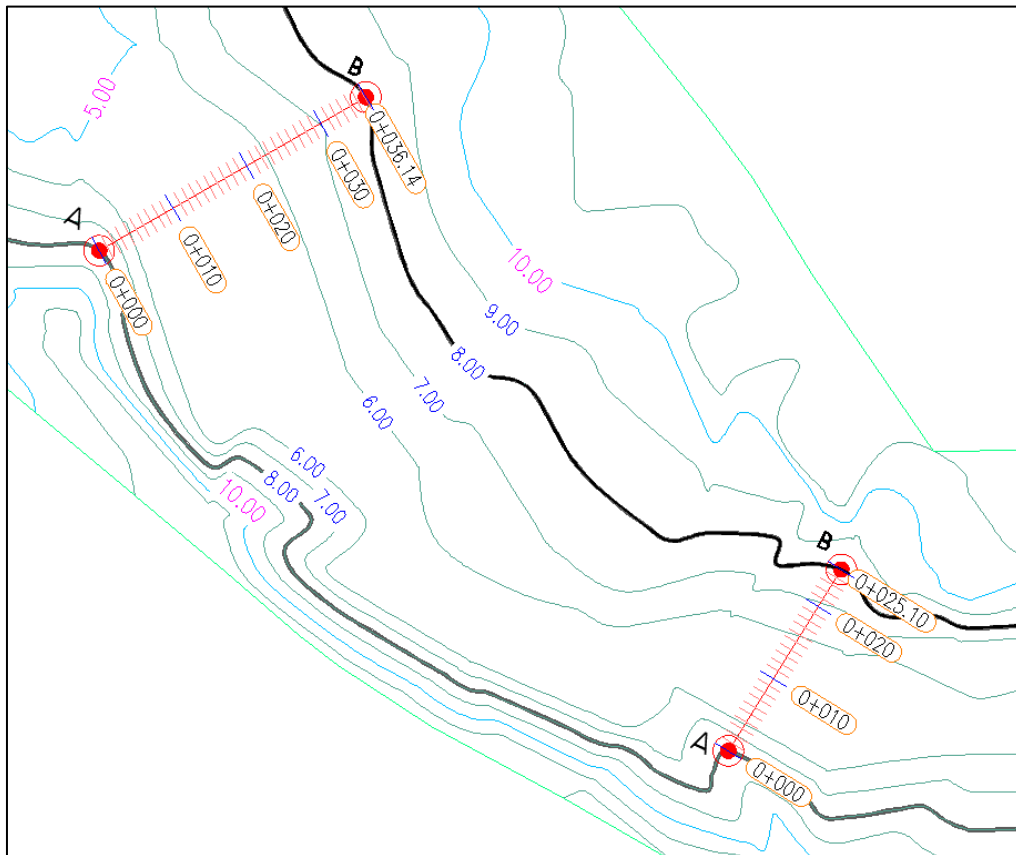
PUNTOS	COORDENADAS	
	X	Y
A	529207.017	9796589.159
B	529238.510	9796606.974

En la figura 3.7 se presenta el perfil longitudinal de la presa (perpendicular al cauce)



**Figura 3.7 Perfil longitudinal en eje del dique.**

En la figura 3.8 se muestra la ubicación de los ejes de presas de las alternativas.



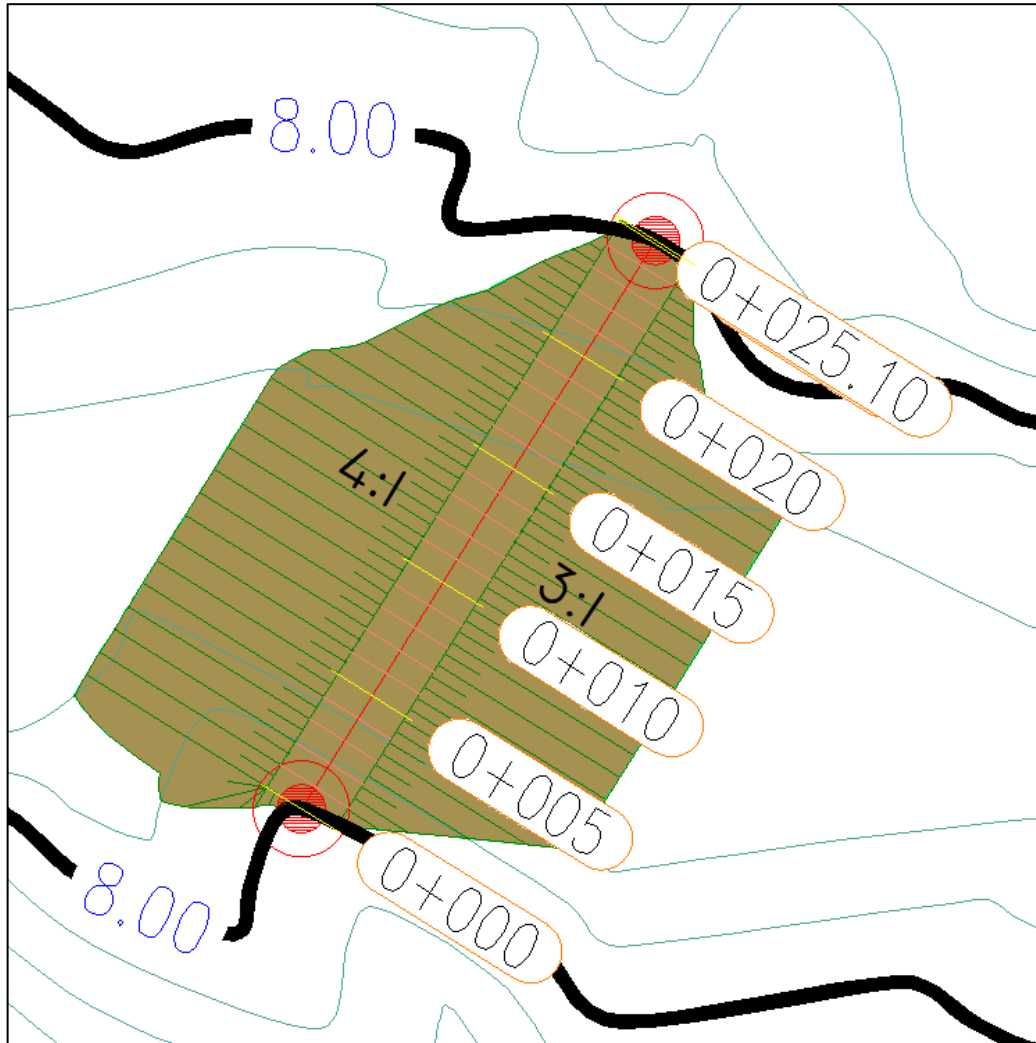
**Figura 3.8 Ejes longitudinales en las dos alternativas de cierre.**

### 3.4.3 Implantación del cuerpo de presa.

El área que cubren los espaldones y la corona de presa se presenta para las dos alternativas. En la alternativa B se presentan dos variantes de diseño.

#### 3.4.3.1 Implantación cuerpo de presa “Alternativa A”.

La implantación de la alternativa A se presenta en la figura 3.9.



**Figura 3.9** Cuerpo de presa “Alternativa A”.

Esta alternativa cuenta con un área de implantación de 389.59 m<sup>2</sup>.

### 3.4.3.2 Implantación cuerpo de presa “Alternativa B”.

#### 3.4.3.2.1 Primera variante de presa con aliviadero.

Se presenta la implantación de presa y aliviadero en la figura 3.10.

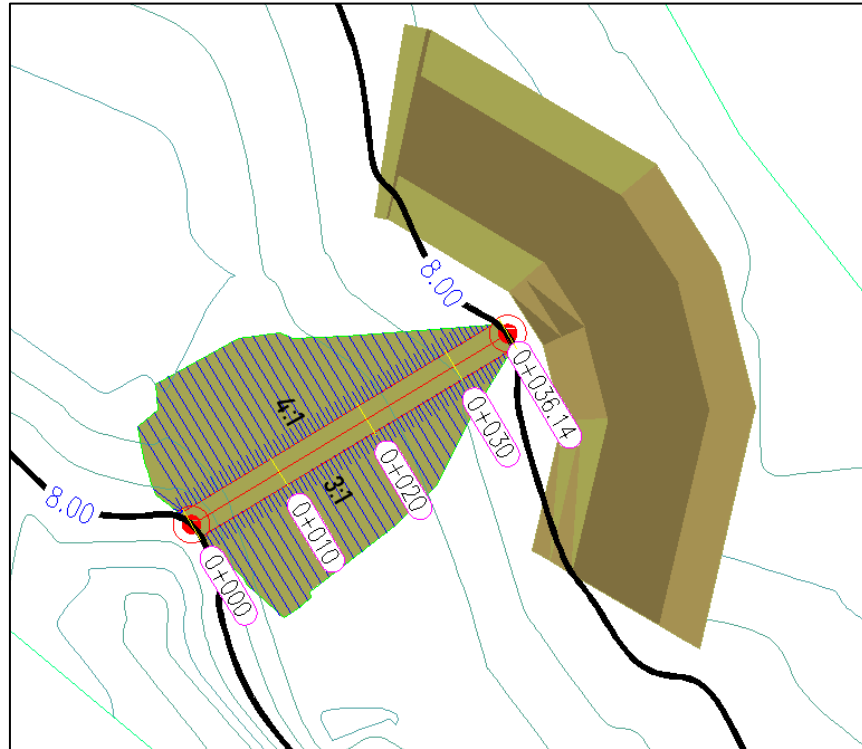


Figura 3.10 Cuerpo de dique “Alternativa B” con aliviadero.

El área requerida es de 639.35 m<sup>2</sup>.

#### 3.4.3.2.2 Segunda variante de presa con descarga sobre la corona (sin aliviadero).

Considerando que la presa debe permitir el desborde, los taludes deben ser más tendidos, en este caso 4:1 aguas arriba y 6:1 aguas abajo. La implantación se presenta en la figura 3.11.



**Figura 3.11 Cuerpo de presa “Alternativa B” sin aliviadero.**

El área de implantación es de 989.35 m<sup>2</sup>.

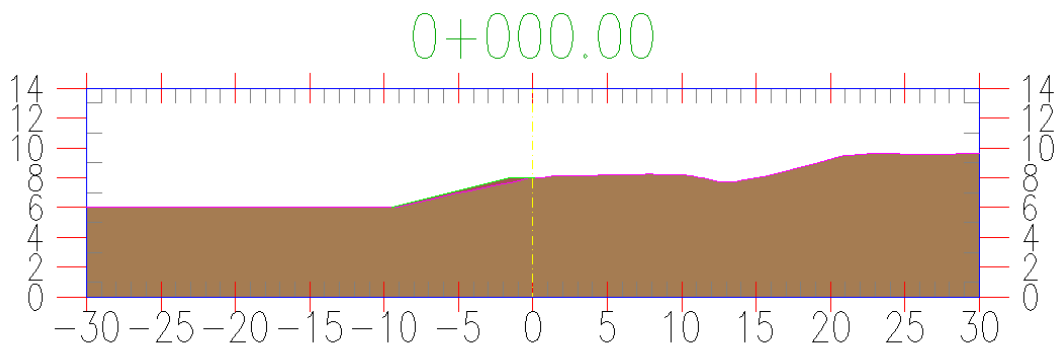
### **3.4.4 Determinación de los volúmenes del terraplén.**

#### **3.4.4.1 “Alternativa A”.**

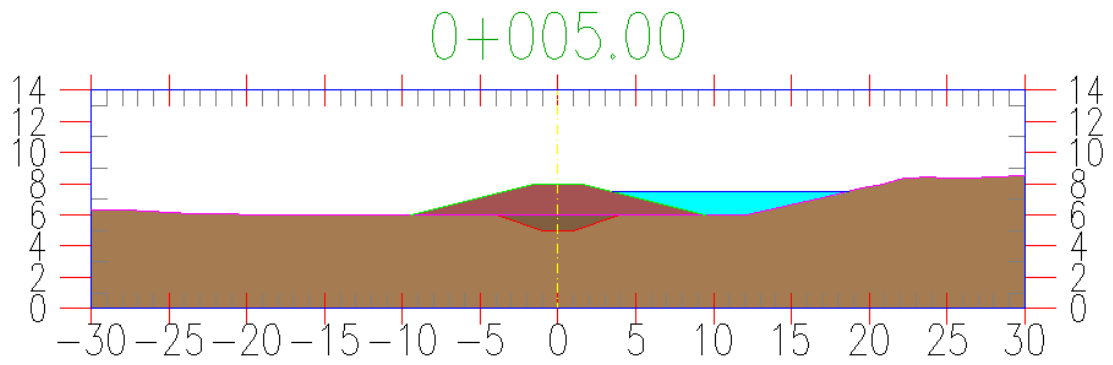
En la figura 3.12 se muestran las líneas de cortes perpendiculares al eje del dique, en las figuras 3.13 a 3.18 se muestran las secciones transversales desde 0+000 a 0+025, utilizadas para el cálculo del volumen del dique. Los cálculos se presentan en las tablas 3.4 y 3.5.



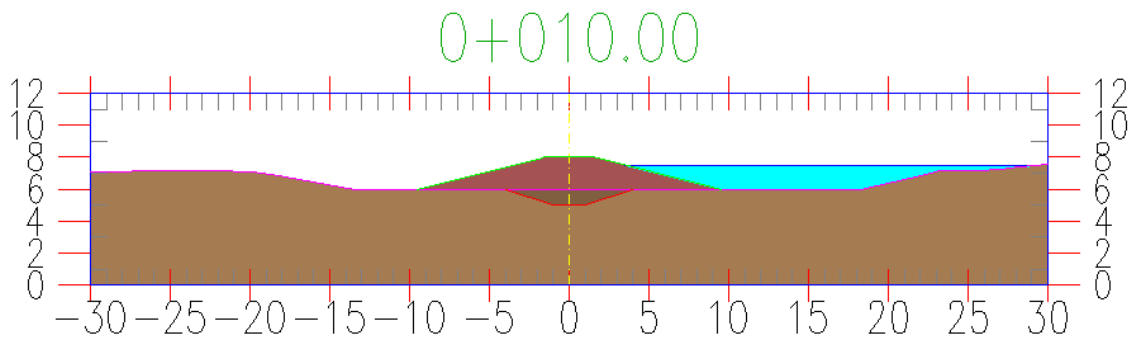
**Figura 3.12 Cortes transversales en eje del dique “Alternativa A”.**



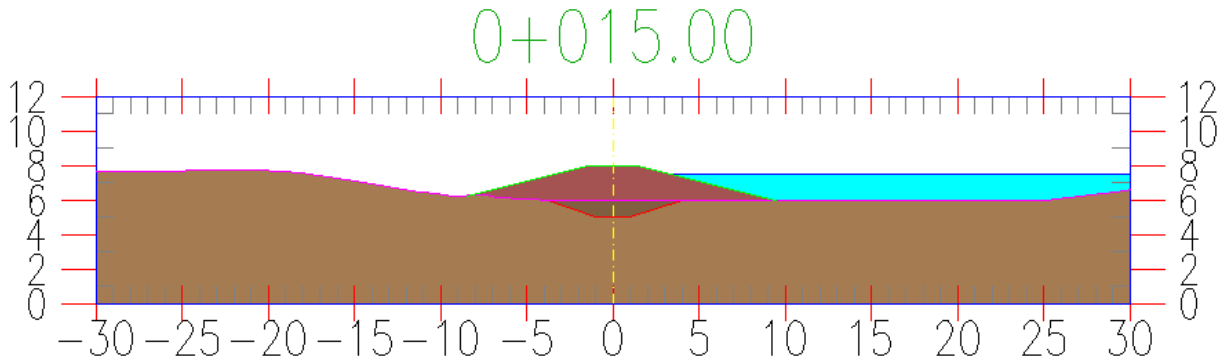
**Figura 3.13 Corte transversal 1-1.**



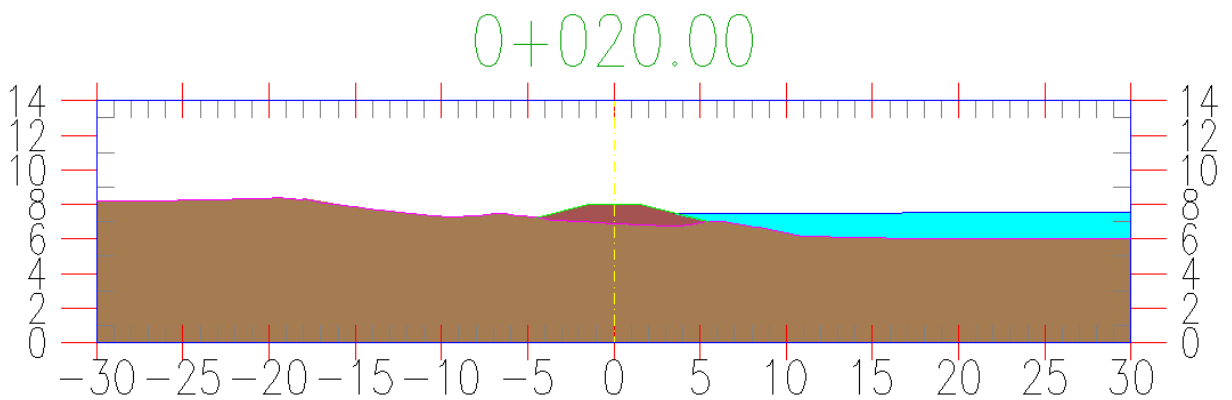
**Figura 3.14 Corte transversal 2-2.**



**Figura 3.15 Corte transversal 3-3.**

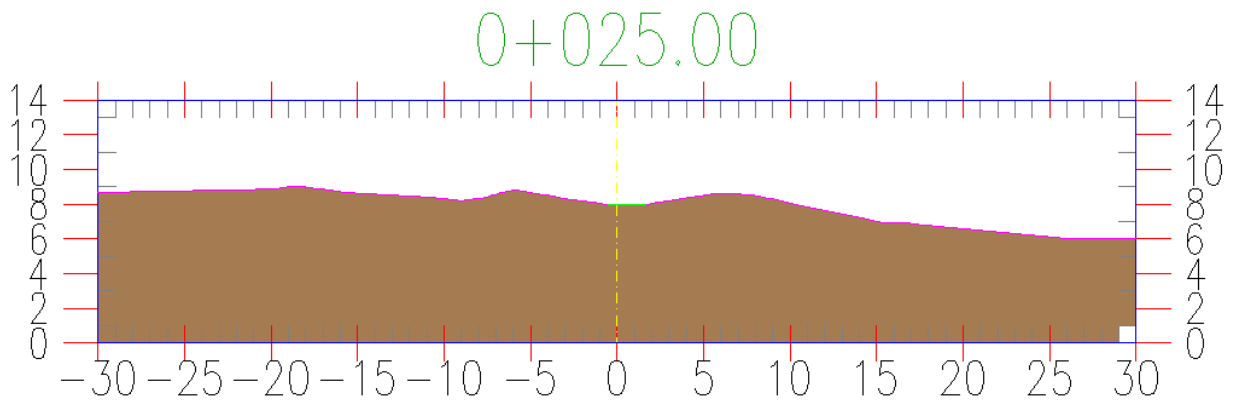


**Figura 3.16 Corte transversal 4-4.**



**Figura 3.17 Corte transversal 5-5.**





**Figura 3.18 Corte transversal 6-6.**

**Tabla 3.4 Cálculo volumen cuerpo del dique.**

Cuerpo de dique		
Estación	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
0+000	1.52	0.00
0+005	22.00	58.79
0+010	22.00	110.00
0+015	19.49	103.73
0+020	5.65	62.85
0+025	0.00	14.13
0+025.1	0.00	0.00
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>349.49</b>

**Tabla 3.5 Cálculo volumen de dentellón.**

Dentellón		
Estación	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
0+000	0.00	0.00
0+005	5.00	12.50
0+010	5.00	25.00
0+015	5.08	25.20
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>62.70</b>

El dique de la “Alternativa A” tiene un volumen total de 411.89 m<sup>3</sup>.

### 3.4.4.2 “Alternativa B”.

#### 3.4.4.2.1 Presa con aliviadero.

En la figura 3.19 se presentan las líneas de perfil transversales al dique. En las figuras 3.20 a 3.27 se muestran los cortes transversales. El cálculo de volúmenes se presenta en las tablas 3.6 y 3.7.

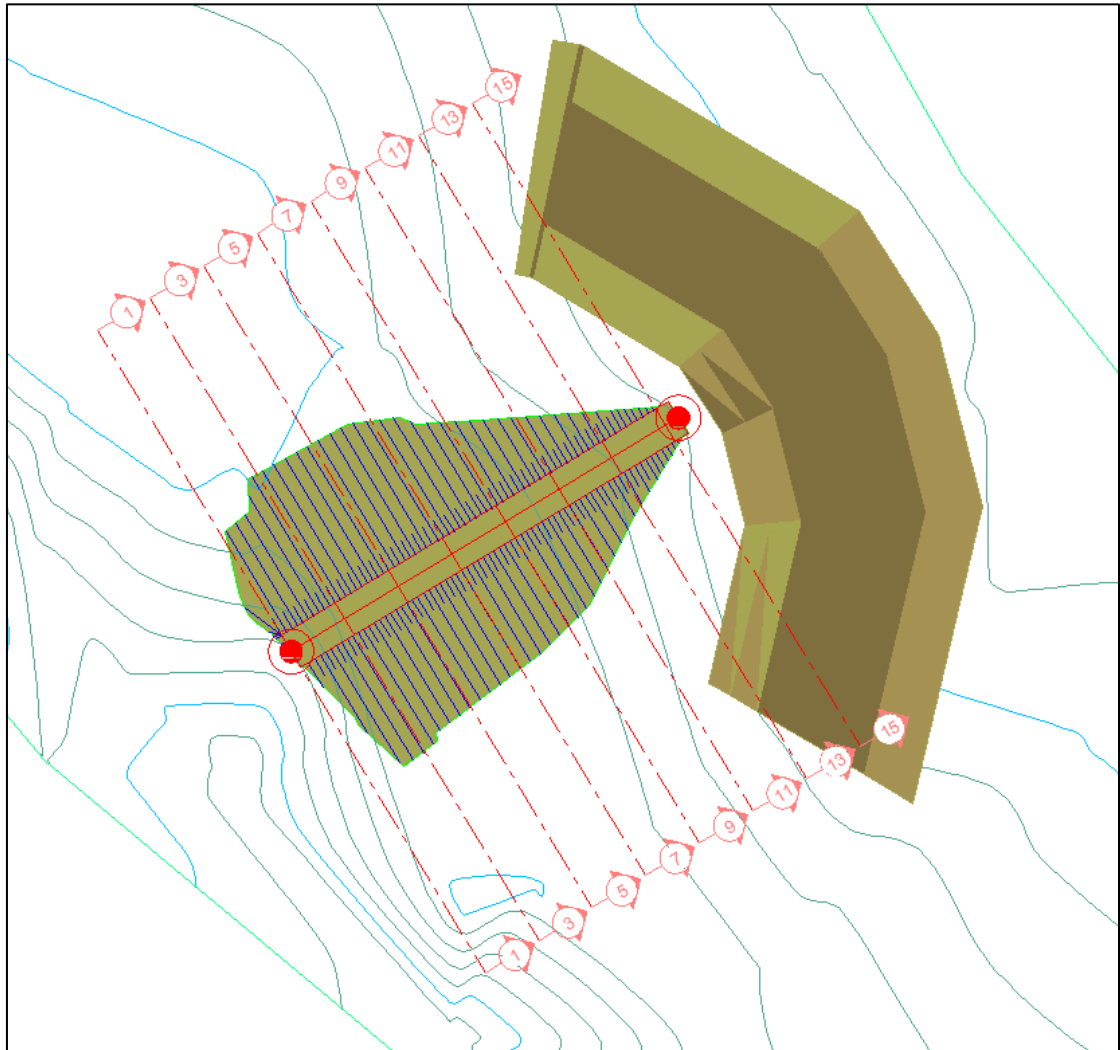
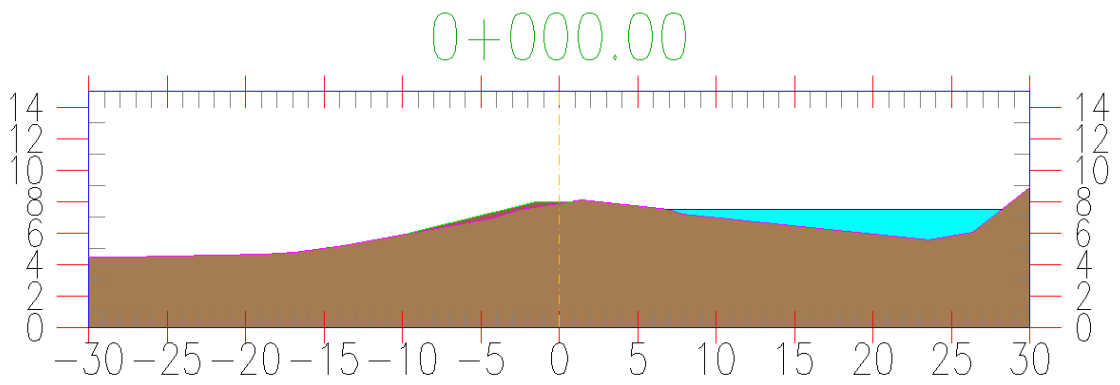
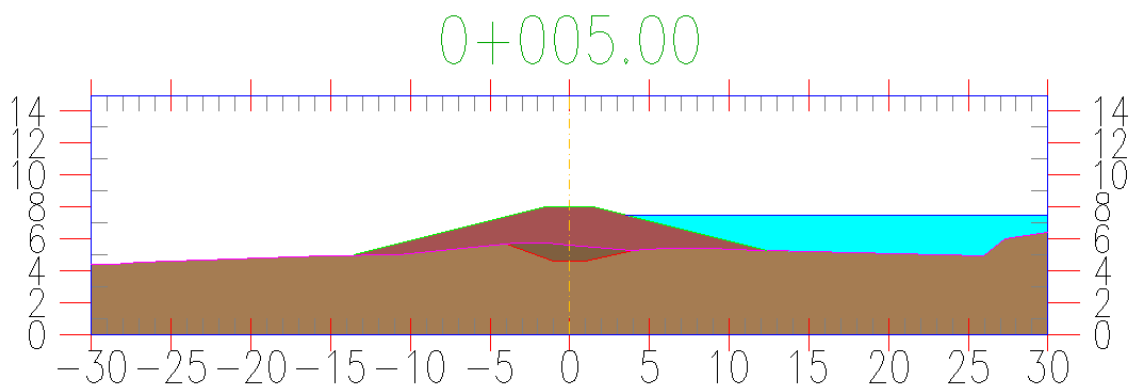


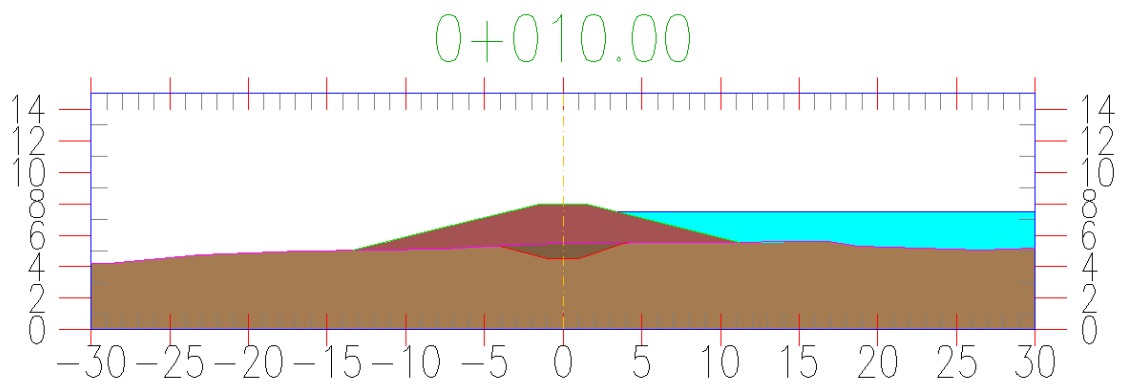
Figura 3.19 Cortes transversales en eje del dique “Alternativa B” con aliviadero.



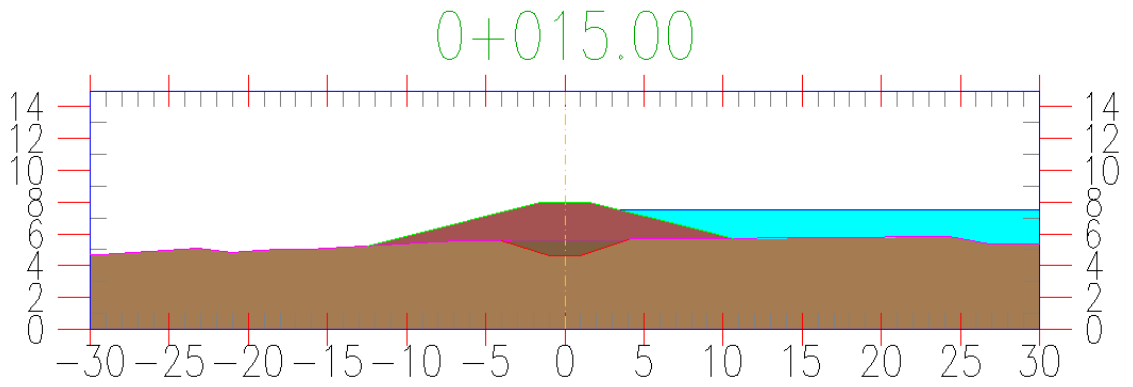
**Figura 3.20 Corte transversal 1-1.**



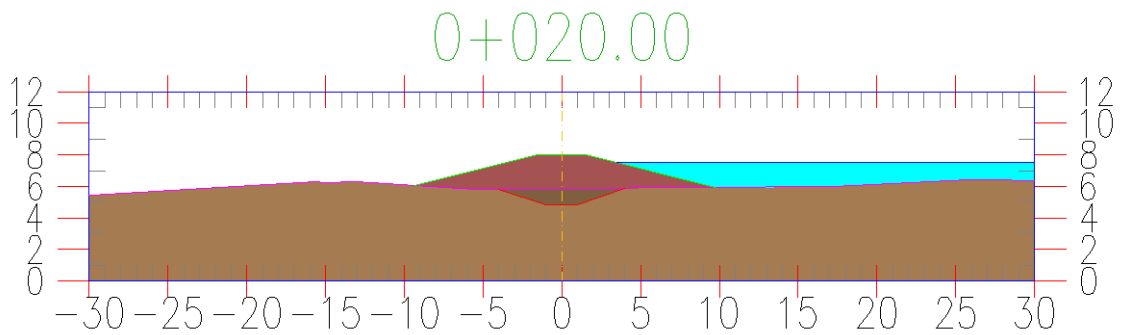
**Figura 3.21 Corte transversal 3-3.**



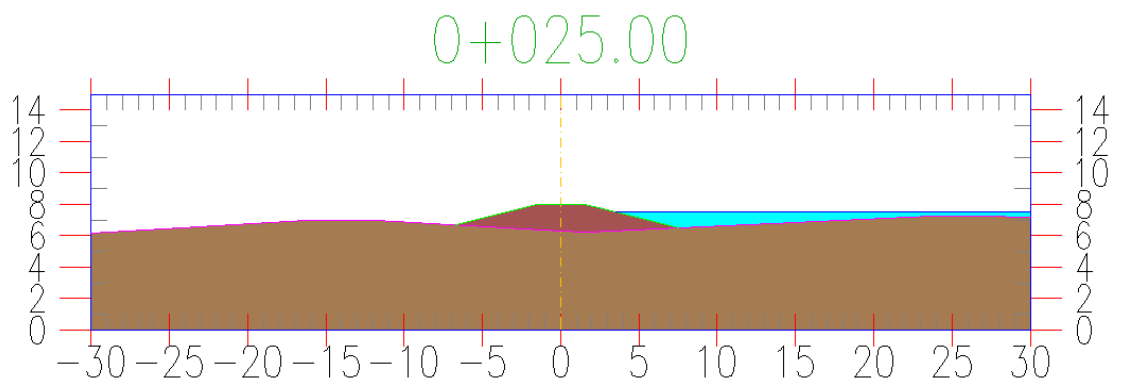
**Figura 3.22 Corte transversal 5-5.**



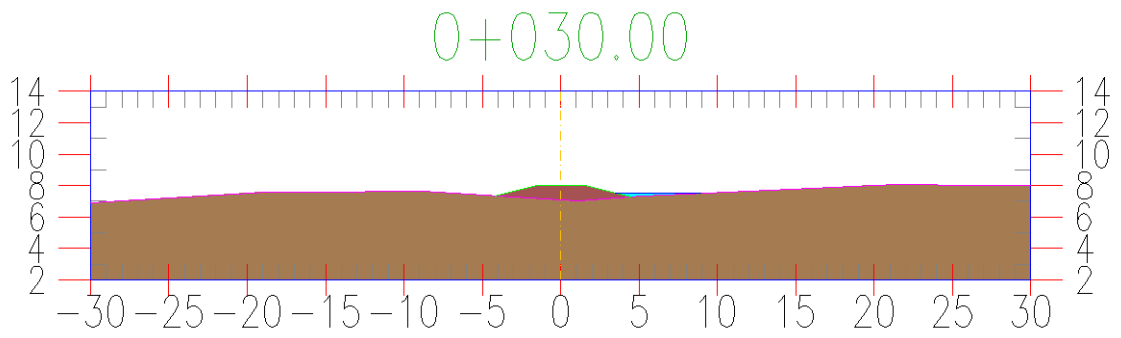
**Figura 3.23 Corte transversal 7-7.**



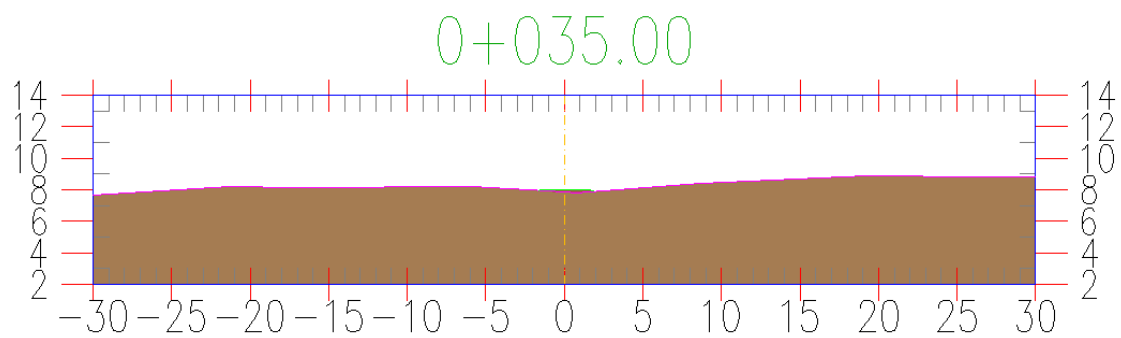
**Figura 3.24 Corte transversal 9-9.**



**Figura 3.25 Corte transversal 11-11.**



**Figura 3.26 Corte transversal 13-13.**



**Figura 3.27 Corte transversal 15-15.**

**Tabla 3.6 Cálculo volumen cuerpo del dique.**

Cuerpo del dique		
Estación	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
0+000	2.35	0.00
0+005	41.26	109.02
0+010	36.71	194.92
0+015	32.66	173.43
0+020	22.08	136.84
0+025	12.05	85.32
0+030	4.07	40.29
0+035	0.20	10.66
0+036.14	0.00	0.11
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>750.59</b>

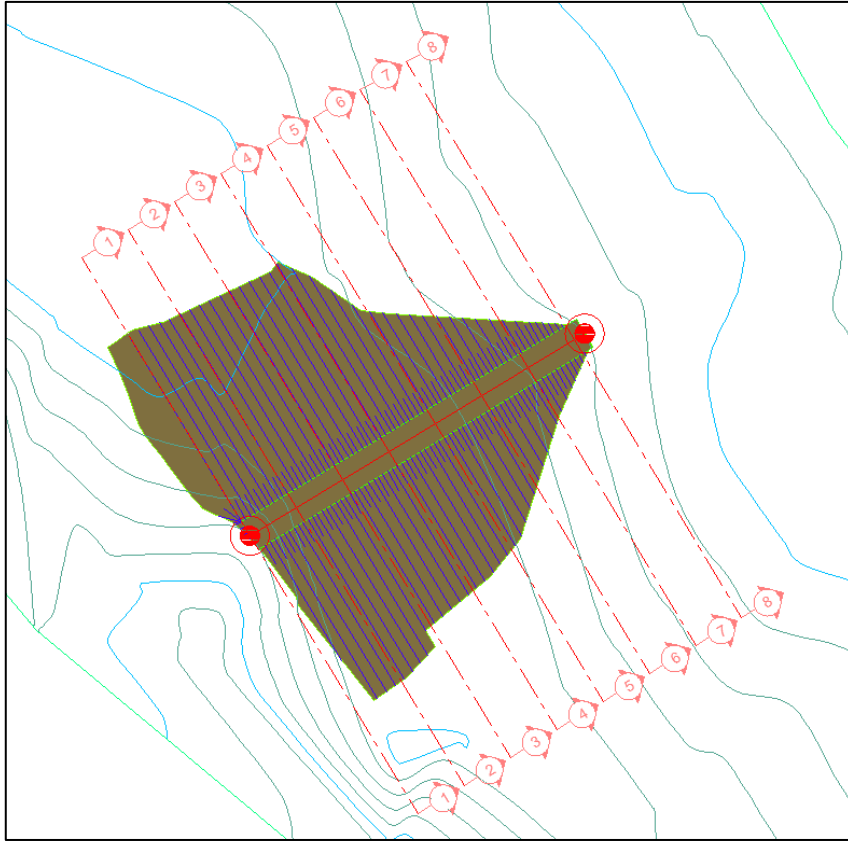
**Tabla 3.7 Cálculo volumen del dentellón.**

<b>Dentellón</b>		
<b>Estación</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
0+000	0.00	0.00
0+005	4.35	10.87
0+010	4.69	22.58
0+015	5.00	24.22
0+020	5.00	25.00
0+025	0.00	12.50
0+030	0.00	0.00
0+035	0.00	0.00
0+036.14	0.00	0.00
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>95.17</b>

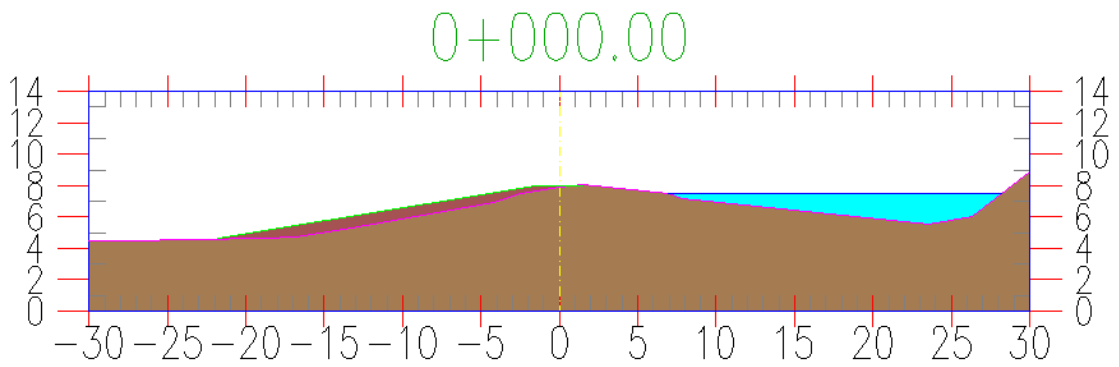
Este dique que posee aliviadero tiene un volumen total de 845.76 m<sup>3</sup>.

#### **3.4.4.2.2 Dique con descarga sobre la corona.**

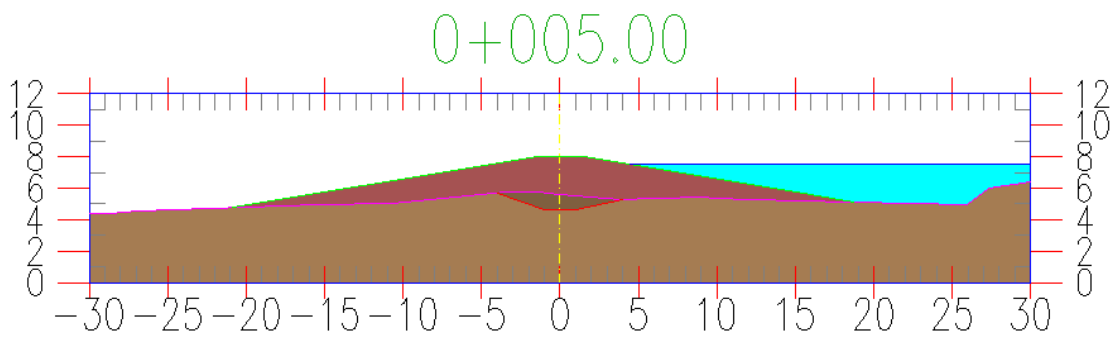
En la figura 3.28 se presentan las líneas de perfil transversales al eje de presa. Los cortes transversales se presentan en las figuras 3.29 a 3.36. El cálculo de volúmenes se muestra en los cuadros 3.8 y 3.9.



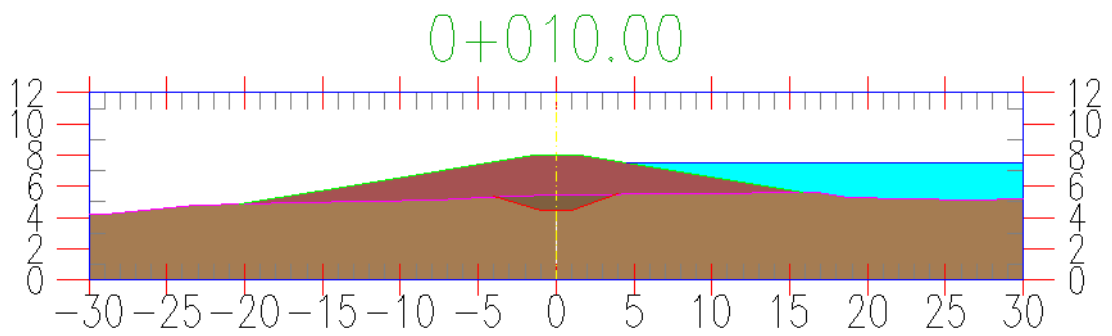
**Figura 3.28 Cortes transversales en eje del dique "Alternativa B" sin aliviadero.**



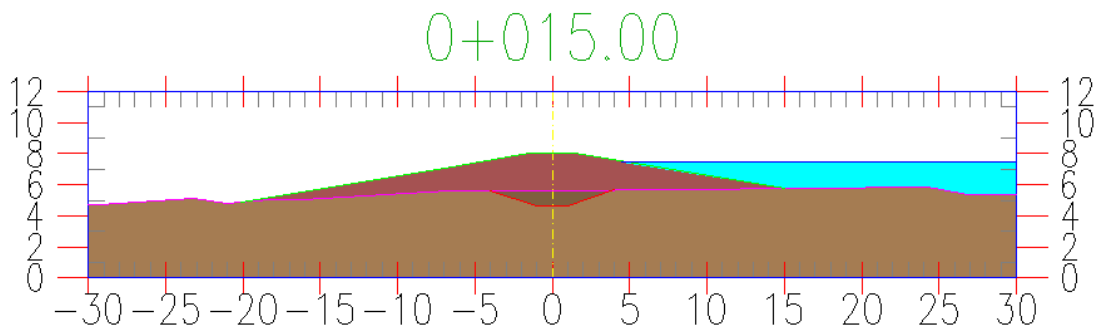
**Figura 3.29 Corte transversal 1-1.**



**Figura 3.30 Corte transversal 2-2.**

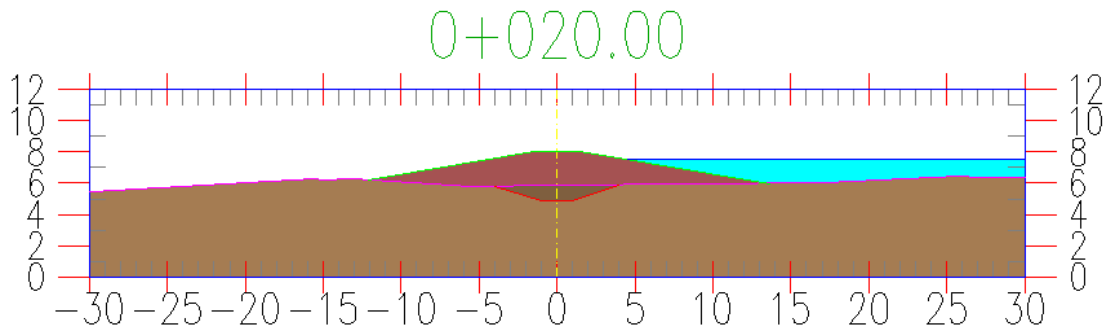


**Figura 3.31 Corte transversal 3-3.**

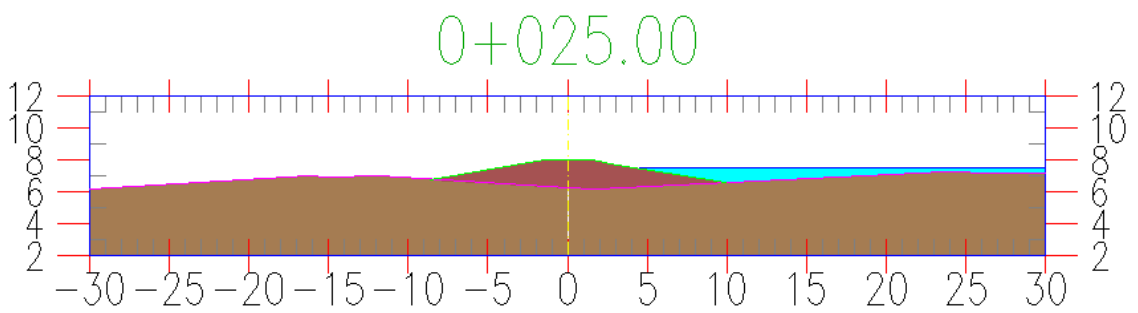


**Figura 3.32 Corte transversal 4-4.**

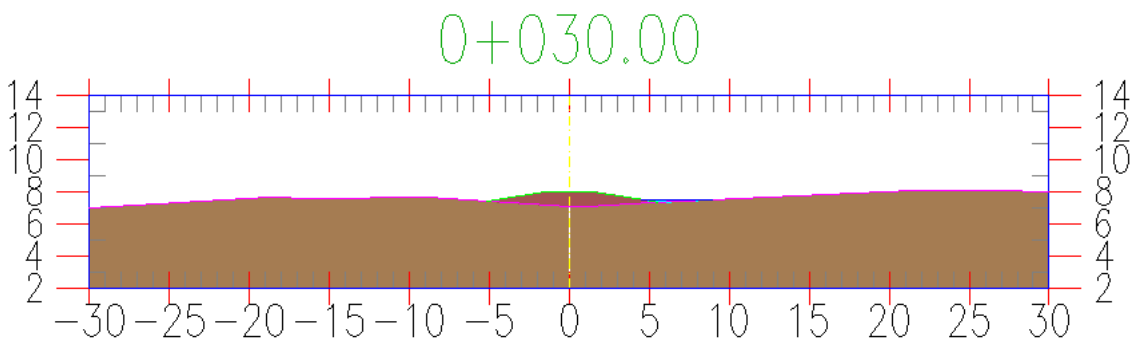




**Figura 3.33 Corte transversal 5-5.**



**Figura 3.34 Corte transversal 6-6.**



**Figura 3.35 Corte transversal 7-7.**

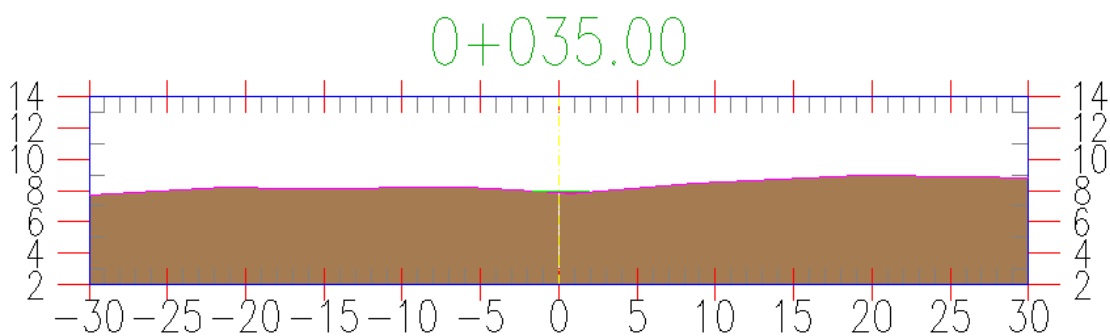


Figura 3.36 Corte transversal 8-8.

Tabla 3.8 Cálculo de volumen del cuerpo de dique.

Cuerpo de presa		
Estación	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
0+000	3.90	0.00
0+005	64.83	171.82
0+010	53.23	295.14
0+015	50.13	258.38
0+020	27.24	193.42
0+025	13.81	102.63
0+030	4.31	45.30
0+035	0.18	11.23
0+036.14	0.00	0.10
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>1078.00</b>

Tabla 3.9 Cálculo de volumen del dentellón.

Dentellón		
Estación	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
0+000	0.00	0.00
0+005	4.35	10.87
0+010	4.69	22.58
0+015	5.00	24.22
0+020	5.00	25.00
0+025	0.00	12.50
0+030	0.00	0.00
0+035	0.00	0.00
0+036.14	0.00	0.00
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>95.17</b>

El dique sin aliviadero tiene un volumen total de 1173.17 m<sup>3</sup>.

### 3.4.5 Vaso.

#### 3.4.5.1 "Alternativa A".

En la figura 3.37 se presenta el vaso o reservorio. Mediante las curvas de nivel se calculó el volumen de embalse. En el cuadro 3.10 se muestra los valores de área y volumen por cada cota de estudio.

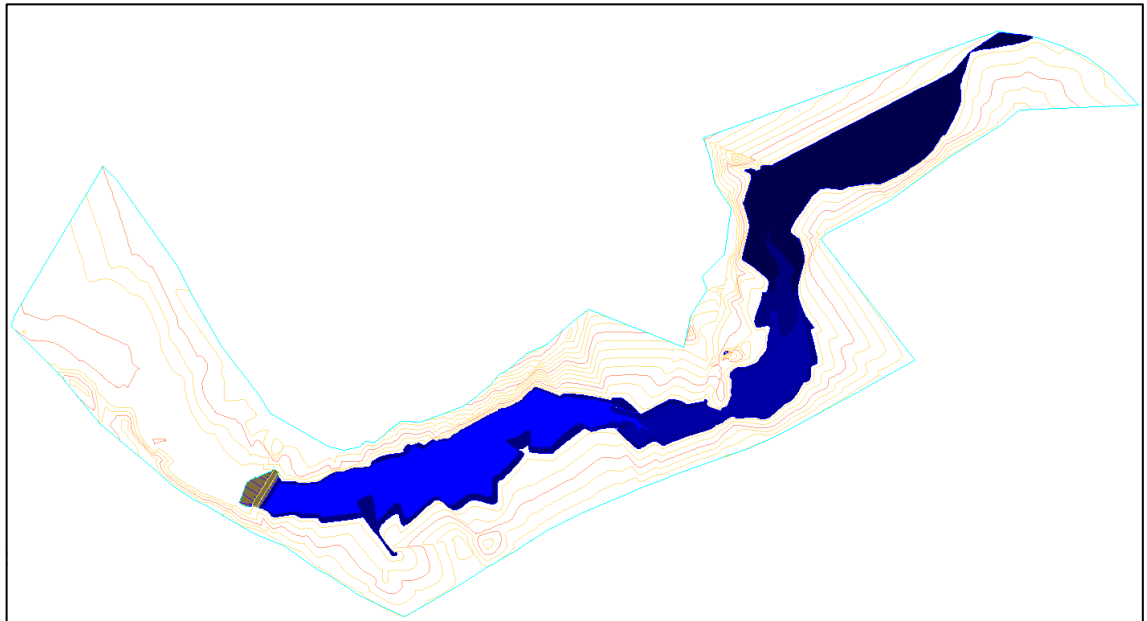


Figura 3.37 Embalse de agua generado por dique "Alternativa A".

Tabla 3.10 Cálculo de volumen de embalse.

Cota (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
6	2285.30	0.00
7	7932.63	5108.97
7.5	16279.49	6053.03
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>11162.00</b>

### 3.4.5.2 “Alternativa B”.

Tanto en el dique con aliviadero, como en el que no posee la obra de excedencia, se tienen aproximadamente los mismos volúmenes de embalse, ver en las figuras 3.38 y 3.39 los vasos con la cota máxima de inundación.

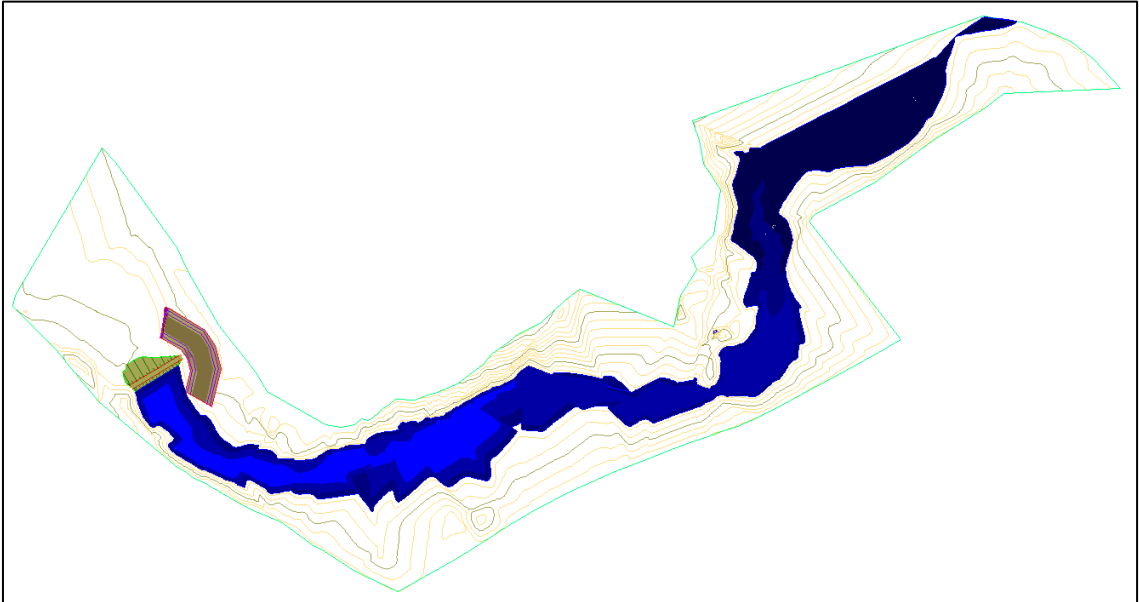


Figura 3.38 Embalse de agua generado por dique "Alternativa B" con aliviadero.

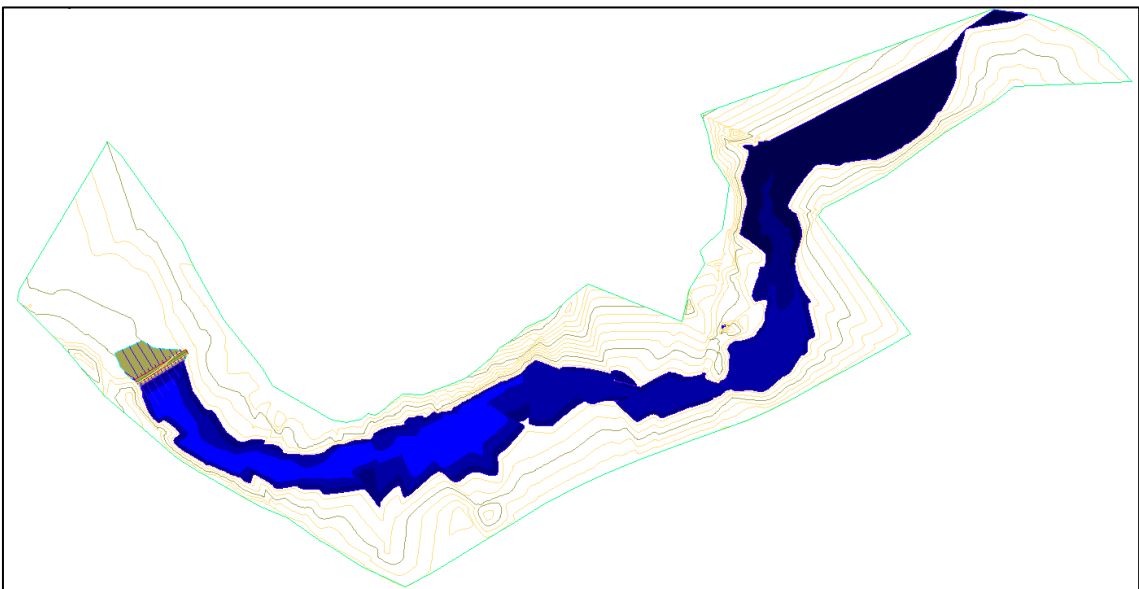


Figura 3.39 Embalse de agua generado por dique "Alternativa B" sin aliviadero.

En la tabla 3.11 se presenta el volumen de almacenamiento determinado a partir de cotas y las áreas correspondientes.

**Tabla 3.11 Cálculo volumen de embalse.**

Cota (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
5.50	284.58	0.00
6.00	3770.49	1013.77
7.00	10480.20	7125.35
7.50	19496.06	7494.06
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>15633.18</b>

### 3.5 Diseño canal aliviadero.

Tal como se señaló anteriormente esta obra de excedencia se aplicó en la “Alternativa B”. La solera del canal aliviadero se propone en la cota 7.5 que es el nivel máximo de embalse, por lo tanto, a ese nivel es donde el vertedero comenzará a trabajar.

#### 3.5.1 Dimensionamiento.

De la tabla propuesta por Portier y Scobey, se obtienen los valores de coeficiente de Manning  $n=0.025$  y velocidad máxima permisible de  $v=1.52$  (m/s).

Mediante el caudal obtenido para un período de retorno de 25 años y la velocidad máxima permisible, se obtiene el área:

$$A = \frac{88.26 \text{ m}^3/\text{s}}{1.52 \text{ m/s}} = 58.06 \text{ m}^2$$

Se procede con el cálculo del radio hidráulico de la sección.

$$R_h = \left( \frac{88.26 * 0.025}{58.06 * 0.0005} \right)^{\frac{3}{2}} = 2.22 \text{ m}$$

El perímetro mojado calculado mediante:

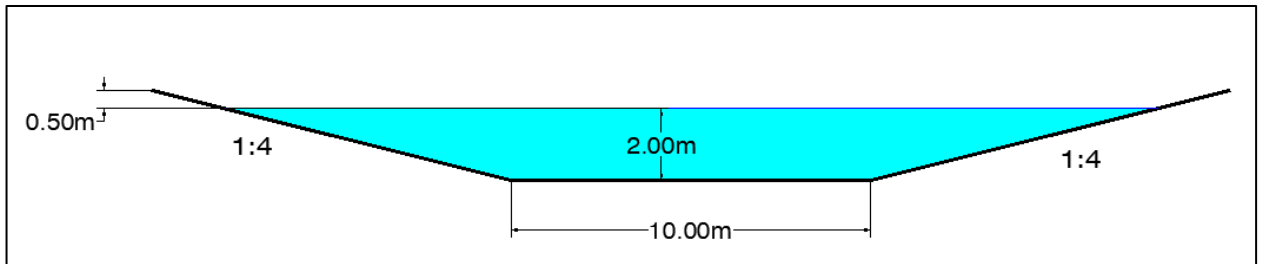
$$P = \frac{58.06 \text{ m}^2}{2.22 \text{ m}} = 26.21 \text{ m}$$

Haciendo uso de las ecuaciones del área y del perímetro mojado de una sección transversal trapezoidal se determina las dimensiones del aliviadero:

$$A=by+zy^2$$

$$P=b+2y\sqrt{z^2+1}$$

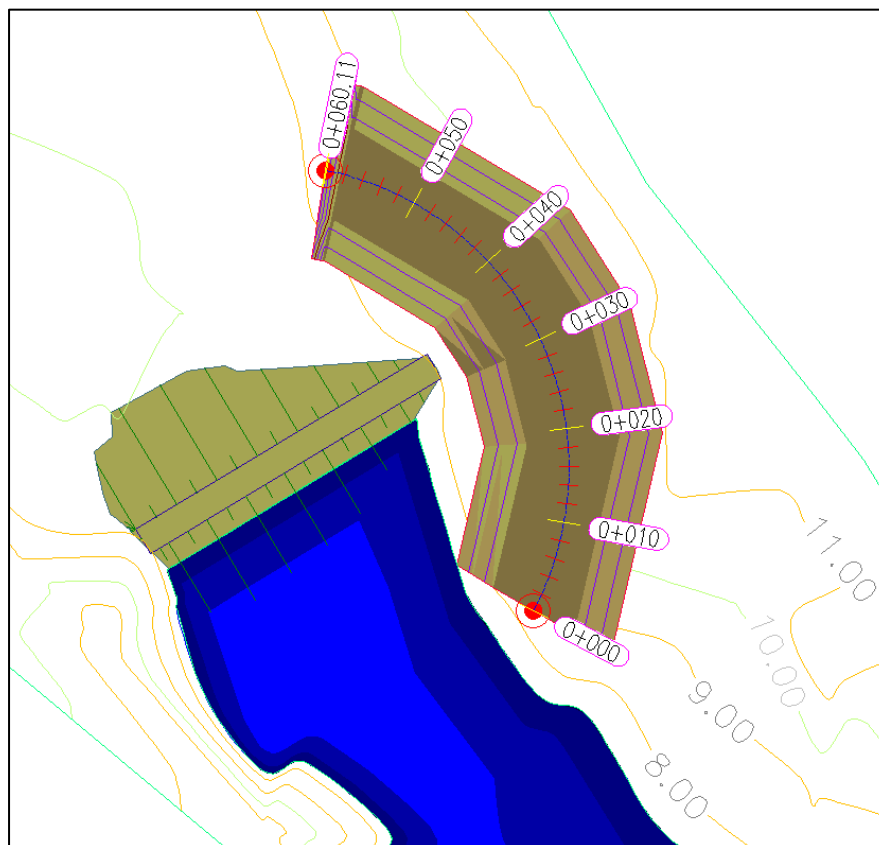
Utilizando un  $z=4$ , y resolviendo el sistema de ecuaciones se obtiene un ancho de solera  $b$  de 10m y una altura de agua y de 2m. Esto se observará en el perfil transversal de la figura 3.40.



**Figura 3.40 Sección típica del aliviadero.**

### 3.5.2 Planta del aliviadero.

El aliviadero se ubicó en la parte derecha del dique, tiene una longitud de 60m aproximadamente, su implantación se presenta en la figura 3.41



**Figura 3.41 Planta del aliviadero y la presa.**

### 3.5.3 Volumen del cuerpo del aliviadero.

En las figuras 3.42 a 3.44 se presentan los perfiles transversales del canal, con la finalidad de calcular los volúmenes de excavación requeridos y de relleno.

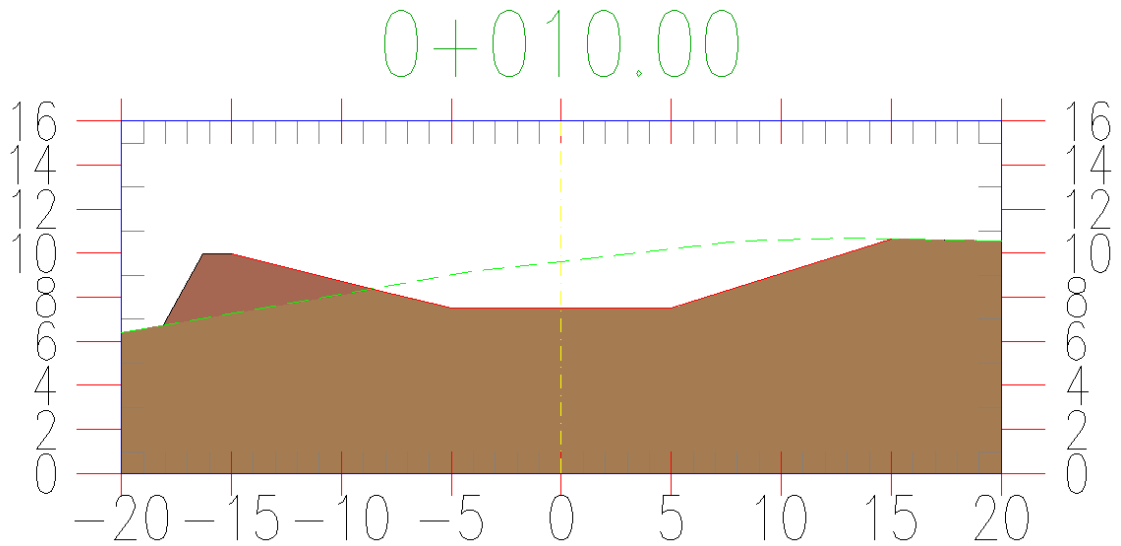


Figura 3.42 Corte transversal abscisa 0+010.

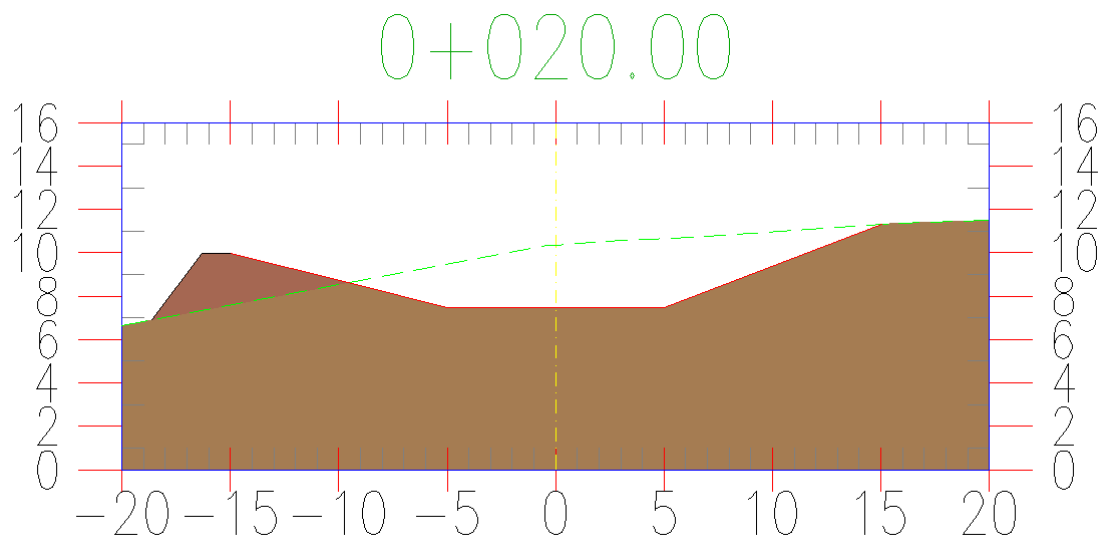
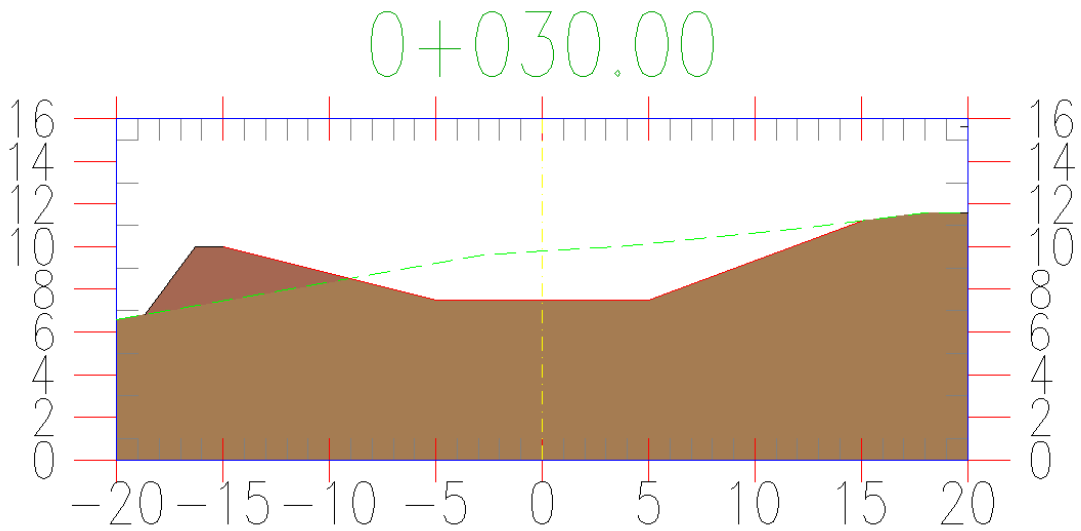


Figura 3.43 Corte transversal abscisa 0+020.



**Figura 3.44 Corte transversal abscisa 0+030.**

**Tabla 3.12 Cálculo volumen excavación del aliviadero.**

<b>Volumen excavación de aliviadero</b>		
<b>Estación</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
0+000	8.56	0.00
0+010	30.14	193.10
0+020	39.21	345.30
0+030	36.16	375.80
0+040	36.20	361.80
0+050	28.88	325.40
0+060	12.07	204.75
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>1604.30</b>

**Tabla 3.13 Cálculo volumen relleno del aliviadero.**

<b>Volumen relleno de aliviadero</b>		
<b>Estación</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
0+000	30.80	0.00
0+010	16.29	235.45
0+020	12.67	144.80
0+030	13.63	131.50
0+040	12.74	131.85
0+050	14.75	137.45
0+060	21.24	179.95
<b>Volumen total (m<sup>3</sup>)</b>		<b>781.05</b>

La excavación para construir el aliviadero tiene un volumen de 1604.30 m<sup>3</sup>, mientras que de relleno posee 781.05 m<sup>3</sup>, dando un volumen neto de 823.25 m<sup>3</sup>.



### **3.6 Análisis de las alternativas de implantación de eje de presa.**

Finalmente, luego de los análisis correspondientes la “Alternativa A” pese a que era más económica por tener una menor longitud del eje de presa de 25.10 m y por lo tanto un menor volumen del cuerpo, fue descartada debido a que el vaso presentaba la menor capacidad de almacenamiento.

La “Alternativa B” tiene una mayor longitud con 36.14 m, representando un mayor volumen del cuerpo de presa, sin embargo, genera el mayor volumen de embalse, por lo que fue elegida finalmente.

### **3.7 Diseño definitivo.**

Debido a que el caudal que deberá conducir el aliviadero es de 88 m<sup>3</sup>/s, lo que representa excavar un canal de grandes dimensiones cuyo costo sería tan alto como construir el dique lo que duplicaría el costo del proyecto, se decidió no construir dicho aliviadero considerando que los caudales de grandes crecidas podrían pasar sobre el dique de material gravo arenoso, sin causar graves afectaciones. Esto implica que con esta solución se tendría que realizar cada cierto tiempo reposiciones o reparaciones, dada la necesidad que se tiene de disponer de agua.

JAAPMAN reporta un consumo de agua por parte de sus usuarios de 230000 m<sup>3</sup> anuales aproximadamente, que son extraídos de 10 pozos actualmente en uso, ubicados a lo largo de la vía a Dos Mangas, pozos que en algunos años llegan a agotarse.

La construcción del embalse que se propone permitirá primeramente alimentar el acuífero costero Manglaralto y además disponer de agua almacenada.

### 3.8 Estabilidad del diseño.

#### 3.8.1 Carga sísmica.

El software Slide, como dato para poder insertar una función de sismo, pide al usuario el coeficiente sísmico referente a la zona, por lo que esto puede ser hallado en base a un espectro de diseño de la NEC.

#### 3.8.2 Tipo de terreno.

Mediante los ensayos de laboratorio, las muestras han reflejado que el tipo de suelo con el que se cuenta en el sector. Se llegó a valorar que el tipo de suelo es E.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

Figura 3.45 Tipo de suelo según ensayos realizados.

### 3.8.3 Valor de factor Z.

Este es un valor referencial y diferente para cada cantón del Ecuador. En este caso, se tomará el de la población “Manglaralto” con su coeficiente de aceleración sísmica horizontal de 0.50g.

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
LA CURIA	MANGLARALTO	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
OLON	MANGLARALTO	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
MONTAÑITA	MANGLARALTO	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
EL MAMEY	MANGLARALTO	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
FEBRES CORDERO	COLONCHE	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
BAMBIL CALLAO	COLONCHE	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
BARCELONA	COLONCHE	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
SAN PEDRO DE VALDIVIA	MANGLARALTO	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
AYANGUE	COLONCHE	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
SINCAL	MANGLARALTO	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50
MANGLARALTO	MANGLARALTO	SANTA ELENA	SANTA ELENA	0.50

**Figura 3.46 Coeficiente Z de Manglaralto.**

### 3.8.4 Coeficientes de perfil de suelo.

A partir de los pasos anteriores, una vez identificado el tipo de suelo y el coeficiente z, se hallan los coeficientes de perfil de suelo ( $F_a$ ,  $F_d$ ,  $F_s$ ), los cuales, respectivamente son: 0.97, 1.5 y 2.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.6.4</a>					

Figura 3.47 Coeficiente Fa utilizado.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

Figura 3.48 Coeficiente Fd utilizado.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

**Figura 3.49 Coeficiente  $F_s$  utilizado.**

### 3.8.5 Amplificación espectral.

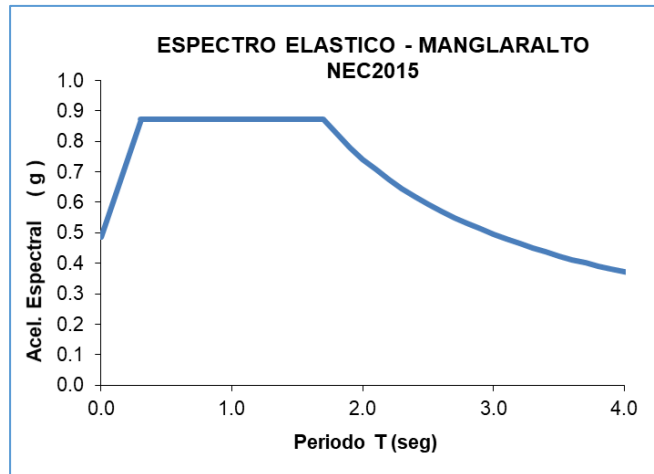
El PGA es aumentado por medio de un valor  $\eta$ , este varía en función de la región. En el caso de Santa Elena es 1.80.

- $\eta = 1.80$  : Provincias de la Costa ( excepto Esmeraldas),
- $\eta = 2.48$  : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta = 2.60$  : Provincias del Oriente

**Figura 3.50 Valor de la amplificación espectral.**

### 3.8.6 Espectro elástico.

Con la información recopilada es posible construir el espectro elástico para la zona de Manglaralto.



**Figura 3.51 Espectro elástico de Manglaralto.**

Dado que es una estructura de baja altura, compuesta de material de sitio, el período de vibración podría considerarse muy bajo, por lo que se recomienda trabajar con el PGA.

Una vez seleccionado el valor de  $S_a$ , se halla el valor del coeficiente sísmico mediante la ecuación:

$$c = \frac{I * S_a}{R * \phi_P * \phi_E}$$

El coeficiente de importancia, al tratarse de una estructura de almacenamiento de agua, su valor será de 1.5. Los coeficientes de irregularidad no serán tomados en cuenta, es decir, tomarán un valor de 1. El factor de reducción, al ser un caso no especificado en la norma, se toma el valor de 2.

Como indica (Jibson, 2011), el coeficiente de análisis pseudoestático puede estar en un rango de entre el 33% y 50% del PGA. En el país debe recurrirse a lo establecido en la norma, pero considerando que es más conservador, incrementa la confiabilidad, por lo que se tiene:

$$c = \frac{1.5 * 0.4850}{2 * 1 * 1}$$

$$c = 0.3638$$

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

**Figura 3.52 Coeficiente de importancia.**

<b>Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R</b>	
Reservorios y depósitos, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	2
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	3.5
Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	3
Naves industriales con perfiles de acero	3
Torres en armadura (auto-portantes o atirantadas)	3
Estructuras en forma de péndulo invertido	2
Torres de enfriamiento	3.5
Depósitos elevados soportados por una pila o por apoyos no arriostrados	3
Letreros y carteleras	3.5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	2
Otras estructuras no descritas en este documento	2

**Figura 3.53 Coeficiente de reducción R.**

### **3.8.7 Modelamiento y resultado.**

En el software es ingresada toda la información respectiva de los ensayos de laboratorio, debido a que la alternativa más crítica se da cuando el desborde es por encima del dique, en forma de vertedero, se simula la condición del agua a nivel de la corona. Además, se asignan las cargas de sismo y viva, esta última no es significativa. Esto da como resultado un factor de seguridad del dique igual a 9.318, lo cual indica que es supera aproximadamente 3 veces el factor mínimo establecido que es de 3.



**Dique**

Name:  Colour:  Hatch:

Unit Weight:  kN/m<sup>3</sup>  Saturated U.W.  kN/m<sup>3</sup>

Strength Type:   $\tau = c' + \sigma'_v \tan \phi'$

Strength Parameters

Cohesion:  kN/m<sup>2</sup> Phi:  degrees

Figura 3.54 Parámetros ingresados al software.

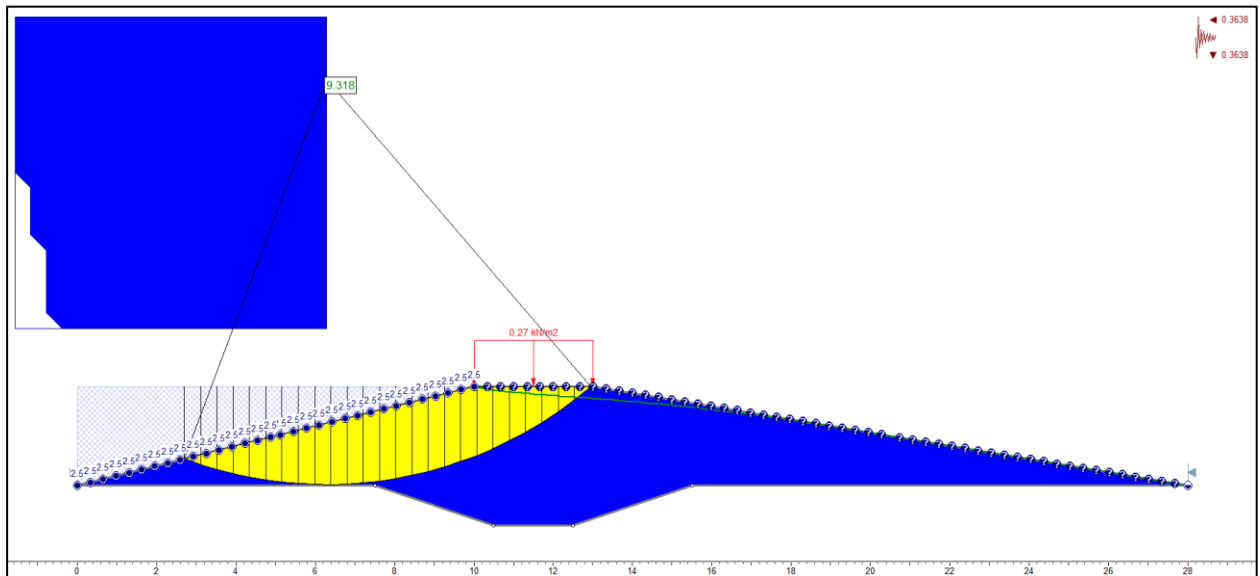
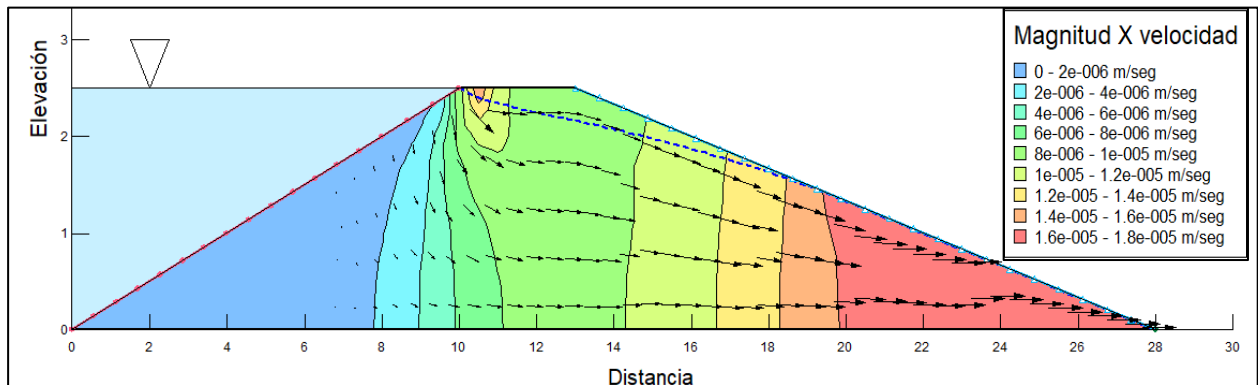


Figura 3.55 Resultado del modelamiento.

### 3.9 Flujo a través del dique.



**Figura 3.56 Infiltración del dique.**

Se puede observar según el análisis del software, que existe una velocidad de flujo, o bien, conductividad hidráulica variable, cuyo máximo se lo encuentra en el punto de salida del dique y cuya magnitud es de  $1.8 \times 10^{-5}$  m/s. Estos resultados son comparados con lo ensayado con las muestras en laboratorios, lo cual refleja una conductividad de  $1.03 \times 10^{-4}$  m/s. Por consiguiente, se puede aseverar que el material podrá permitir el paso del agua al ser su conductividad de una mayor magnitud a lo simulado.

Posterior a esto, con el dato obtenido del laboratorio y con la geometría de la sección, se calcula un caudal de salida del agua luego de atravesar el dique, por medio de la Ley de Darcy.

$$Q = K * i * A$$

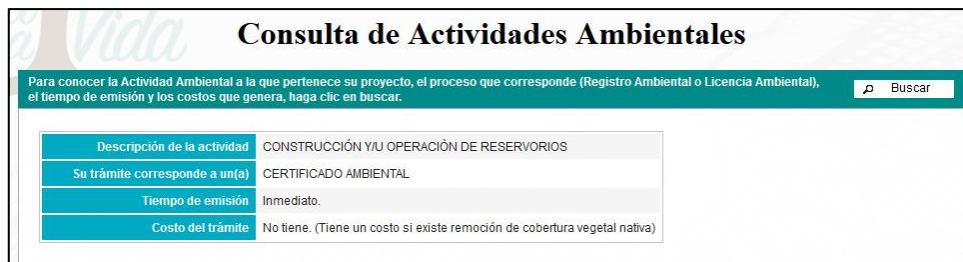
$$Q = 1.03 \times 10^{-4} \frac{m}{s} * \frac{2.5m}{20m} * 90.35m^2$$

$$Q = 11.63 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 1.16 \frac{l}{s}$$

### 3.10 Estudio de Impacto Ambiental.

La componente de impacto ambiental para el presente proyecto, según el catálogo de actividades ambientales disponible en la página del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA), recae en la “Construcción y/u operación de reservorios”, la cual, indica que el trámite correspondiente es un certificado ambiental, es decir, el requerimiento de menor relevancia debido a su bajo nivel de impacto.



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.	
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 3.57 Consulta en el SUIA.**

Adicionalmente en el **Apéndice C**, se incluye la guía de buenas prácticas ambientales referente para la construcción de un dique.

### 3.11 Presupuesto del proyecto.

A continuación, se detalla las actividades/rubros que intervienen en el proyecto, con sus respectivas cantidades y precios unitarios, dando un presupuesto referencial de veinte un mil con cinco dólares y cincuenta y nueve centavos, representando un costo bastante asequible como consecuencia de uso de material del mismo sitio. En el Apéndice B se detallan el análisis de precios unitarios de cada uno de los rubros.

**Tabla 3. 14 Presupuesto del proyecto**

<b>OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA</b>					
<b>TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b><i>Preliminar</i></b>				
1.1	Desbroce y limpieza del sitio de implantación (inc. Desalojo)	m <sup>2</sup>	1000.00	\$ 2.09	\$ 2,090.00
1.2	Trazado y replanteo	m <sup>2</sup>	989.35	\$ 1.35	\$ 1,335.90
1.3	Remoción de diques existentes aguas arriba	m <sup>3</sup>	500.00	\$ 4.51	\$ 2,254.60
1.4	Desalojo y transporte de escombros	m <sup>3</sup>	600.00	\$ 3.89	\$ 2,334.96
<b>2</b>	<b><i>Estructura del dique</i></b>				
2.1	Excavación para dentellón	m <sup>3</sup>	95.17	\$ 1.79	\$ 170.78
2.2	Excavación, colocación, compactación de material arcilloso de sitio para dentellón (inc. acarreo)	m <sup>3</sup>	109.45	\$ 9.09	\$ 995.29
2.3	Excavación, colocación, compactación de material gravo arenoso limoso de sitio para cuerpo dique (inc. acarreo)	m <sup>3</sup>	1199.05	\$ 9.09	\$ 10,904.06
<b>3</b>	<b><i>Seguridad del personal</i></b>				
3.1	Equipos de protección	mes	1.00	\$ 230.00	\$ 230.00
3.2	Baterías sanitarias móviles	mes	1.00	\$ 690.00	\$ 690.00
<i>Nota: No incluye IVA.</i>		<b>TOTAL</b>			\$ 21,005.59

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 4.1 Conclusiones.

La construcción del dique será de gran beneficio para las comunas con falta de abastecimiento de agua, a su vez el acuífero costero Manglaralto gozará de una constante recarga evitando el descenso acelerado de su nivel de agua producido por la sobre explotación que sufre actualmente.

El material en el cauce del río es idóneo para la construcción del dique, por lo que, resulta óptimo la reutilización de este, siempre y cuando sea acarreado desde aguas arriba, ya que, de esta manera se consigue a la vez aumentar el volumen del reservorio.

La construcción del dique permite aumentar el atractivo turístico de la zona, puesto que, como sucede en una obra de similares condiciones aguas abajo, el sitio se convierte en un balneario y sitio de recreación para las familias.

El costo de construcción del dique es relativamente bajo, para JAAPMAN será una inversión bien justificada y recuperable a corto plazo, ya que ellos junto a las comunas que abastecen gozarán de este recurso ininterrumpidamente.

El factor de seguridad obtenido por medio del análisis de estabilidad resulta ser bastante alto en comparación con el mínimo admisible establecido, se puede concluir que resulta un diseño muy conservador, pero de esta forma se contrarrestan los efectos de erosión a corto plazo que pudiera causarse por el hecho de realizar el desfogue del agua por encima del dique.

## 4.2 Recomendaciones.

Para evitar la contaminación de las aguas, así como la mezcla del material de préstamo durante la construcción, se recomienda el desbroce de la maleza en el cauce del río previamente, así como periódicamente una vez entre en función.

Debido a la inevitable erosión del cuerpo de presa, se recomienda excavar una cantidad adicional desde el vaso para tener material a la inmediata disposición, en la cercanía del dique, para reponerlo cuando ocurra un caso de gran desprendimiento del material.

Naturalmente la cota del espejo del agua aumentará, por lo que, es necesario que las personas asentadas en la cercanía del río retrocedan hasta un nivel donde no se vean afectadas, o bien, sean reubicadas en otra zona.

Para una mayor facilidad de trabajo, es recomendable realizar la construcción del dique en una época de baja precipitación, de esta manera se garantiza estiaje en el río. Estadísticamente, como se puede observar en el **Anexo A**, durante el segundo semestre del año, Manglaralto posee lluvias muy poco frecuentes, lo que facilita las labores de construcción, preferiblemente entre octubre y diciembre.


Durante la construcción, la compactación resulta lo fundamental para el correcto funcionamiento del dique, por lo cual, se requiere realizar el apisonamiento con incremento en capas de 30 hasta 40 centímetros. Se debe realizar un control en campo y verificar que se logre un grado de compactación igual al 90% del ensayo Proctor estándar mostrado en el **Apéndice A**.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Abd-Elhamid, H., Abdelaty, I., & Sherif, M. (2019). Evaluation of potential impact of Grand Ethiopian Renaissance Dam on Seawater Intrusion in the Nile Delta Aquifer. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(5), 2321–2332. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-1851-3>
- Carrión Mero, P. C., Alvarado Macancela, N. C., Gavín Quinchuela, B. T., Herrera Franco, G. A., Lozano Rodríguez, P. J., Velóz Andrade, L. A., & Mancero Orosco, W. G. (2018). Relación entre disponibilidad y consumo de agua . Caso acuífero costero. In *Libro de memorias - V Congreso Internacional de la Ciencia, Tecnología, Emprendimiento e Innovación* (pp. 346–358). Riobamba.
- GADPM. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Rural Manglaralto 2014 - 2019*. 140.
- INEC. (2010). *Fascículo Provincial Santa Elena*. Quito.
- Jaafar, H. H. (2014). Feasibility of groundwater recharge dam projects in arid environments. *Journal of Hydrology*, 512(2014), 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.02.054>
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico* (IBEGRAF, ed.). Lima: Sociedad Geográfica de Lima.
- SENAGUA. (2002). *División Hidrográfica del Ecuador*. Quito.
- Sharaky, A. M., Elewa, H. H., & Kasem, A. M. (2017). *Impact of the Grand Ethiopian Renaissance Dam (GERD) on Gezira Groundwater, Sudan*. [https://doi.org/10.1007/698\\_2017\\_187](https://doi.org/10.1007/698_2017_187)
- Soares, S., Terêncio, D., Fernandes, L., Machado, J., & Pacheco, F. A. L. (2019). The potential of small dams for conjunctive water management in rural municipalities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph16071239>

# APÉNDICES.

## Apéndice A: Resultados de ensayos de suelos.



### LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

---

**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO**

**Proyecto:** Estudio y diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el rio Manglar Alto

**Ordena:** Ricardo Suarez **Fecha:** 01 de Junio del 2018

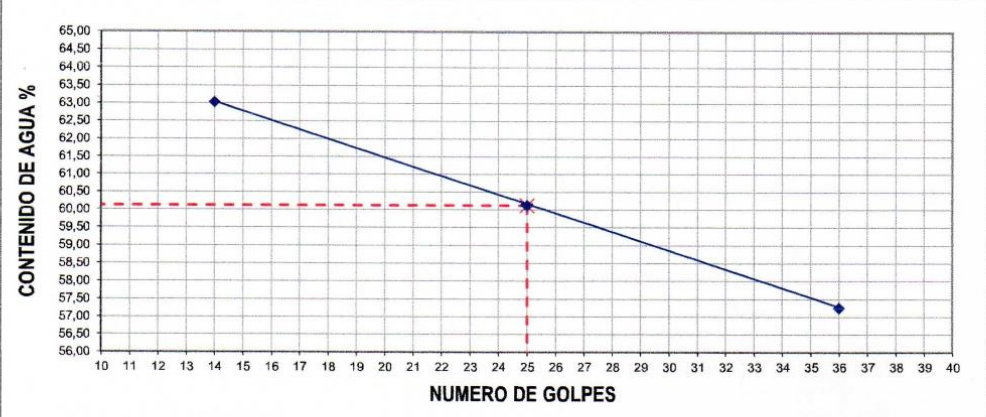
**Lugar:** Manglar Alto **Muestra:** D

**Fuente del Material:** Talud Derecho **Profundidad:** indicadas

**Descripción del Material:** Material Arcilloso de Alto indice de Plasticidad

**LIMITE LIQUIDO**

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente N°			bx35	bx23	bx15						
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		23,61	26,81	26,02						
	Recipiente + peso seco		20,85	23,75	23,07						
	Agua	Ww	2,76	3,06	2,95						
	Recipiente		16,03	18,66	18,39						
	Peso Seco	Ws	4,82	5,09	4,68						
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>	<b>57,26</b>	<b>60,12</b>	<b>63,03</b>						<b>60,12</b>
<b>Número de golpes</b>			<b>36</b>	<b>25</b>	<b>14</b>						<b>25</b>



**LIMITE PLÁSTICO**

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente N°			Vx31	Vx23	Vx15				
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		10,87	10,08	10,09				
	Recipiente + peso seco		10,59	9,78	9,78				
	Agua	Ww	0,28	0,30	0,31				
	Recipiente		9,63	8,75	8,72				
	Peso Seco	Ws	0,96	1,03	1,06				
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>	<b>29,17</b>	<b>29,13</b>	<b>29,25</b>				

**WI=** 60,12


**Wp=** 29,18

**Ip=** 30,94

Simbolo de la carta de plasticidad (CH)

Observaciones:

Arcilla de alto indice de plasticidad



Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel/Fax : 2886360 - 2882086- 091210964

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel/Fax : 2953686 - 090642991

Email : lemco.ip@gmail.com





# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

## TEST DE PERMEABILIDAD DE CARGA VARIABLE

**Proyecto:** Estudio y diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el rio Manglar Alto  
**Ordena:** Ricardo Suarez  
**Lugar:** Manglar Alto  
**Fuente del Material:** Proporcionado por el contratista  
**Descripción del Material:** Suelo arcilloso  
**Método:** Permeámetro de carga variable Norma ASTM D 2434

**Fecha:** 01 de Junio del 2018  
**Muestra:** Talud Derecho  
**Profundidad:** indicadas

### Determinación del coeficiente de Permeabilidad K ( suelo fino)

Item	Test N°			
	1	2	3	4
Diámetro de muestra, D (cm)	7,6	7,6	7,6	7,6
Diámetro de tubo de carga, dc (cm)	0,5	0,5	0,5	0,5
Longitud de muestra, L (cm)	15,3	15,3	15,3	15,3
Área de muestra, A (cm <sup>2</sup> )	45,36	45,36	45,36	45,36
Área de tubo de carga, a (cm <sup>2</sup> )	0,20	0,20	0,20	0,20
Carga Inicial, h1 (cm)	117,4	107,4	97,4	87,4
Carga final, h2 (cm)	107,4	97,4	87,4	77,4
Duración de Test, t (s)	180,0	225,0	238,8	264
$K = \frac{axL}{A(t_2-t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$ (cm/s)	0,000033	0,000029	0,000030	0,000030

Contenido de humedad = 31 %

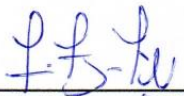
Promedio k = 0,0000305 cm/s

k = 3,05E-05 cm/s

Comparando los resultados del coeficiente de permeabilidad (K) obtenidos del ensayo de laboratorio, con el de la tabla de la Norma ASTM D2434 se clasifica como un suelo de: **Muy baja permeabilidad.**

### Fotografías:



  
Luis E. Figueroa R.  
Ingeniero Civil

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)  
Tel/Fax : 2886360 - 2882086- 0991210963

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cdla. Brisas de Ballenita CA 5 s/n  
CA 61 (Ballenita) Tel/Fax : 2953686 - 0990642991

Email: lemco.ip@gmail.com



# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

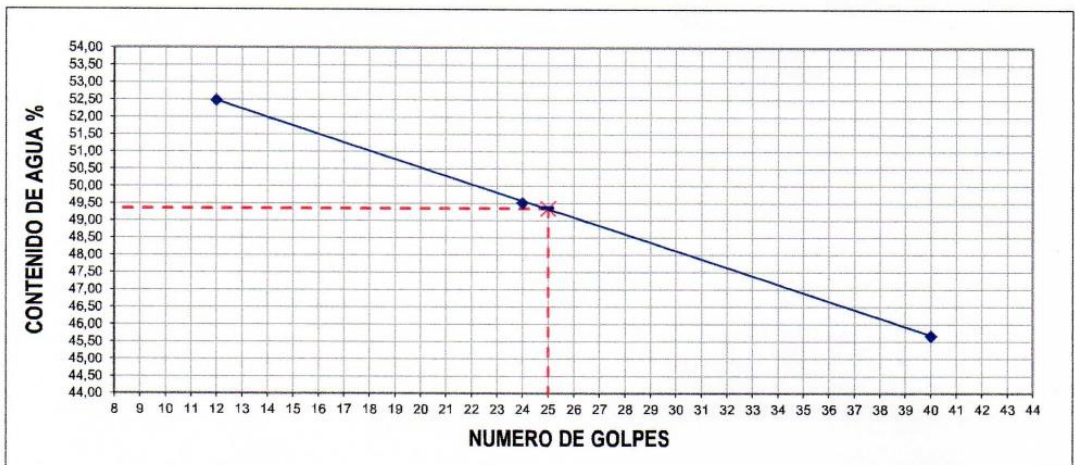
## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO

**Proyecto:** Estudio y diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el rio Manglar Alto  
**Ordena:** Ricardo Suarez  
**Lugar:** Manglar Alto  
**Fuente del Material:** Talud Izquierdo  
**Descripción del Material:** Material Arcilloso de Bajo indice de Plasticidad

**Fecha:** 01 de Junio del 2018  
**Muestra:** IX  
**Profundidad:** indicadas

### LIMITE LIQUIDO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recipiente N°			bx31	bx24	bx11						
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		24,46	26,00	26,62						
	Recipiente + peso seco		21,77	23,43	23,77						
	Agua	Ww	2,69	2,57	2,85						
	Recipiente		15,88	18,24	18,34						
	Peso Seco	Ws	5,89	5,19	5,43						
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>	<b>45,67</b>	<b>49,52</b>	<b>52,49</b>						<b>49,35</b>
<b>Número de golpes</b>			<b>40</b>	<b>24</b>	<b>12</b>						<b>25</b>



### LIMITE PLÁSTICO

Paso N°			1	2	3	4	5	6	7
Recipiente N°			Vx41	Vx21	Vx17				
peso en gramos	Recipiente + peso humedo		10,40	9,90	9,69				
	Recipiente + peso seco		10,12	9,64	9,44				
	Agua	Ww	0,28	0,26	0,25				
	Recipiente		9,07	8,66	8,48				
	Peso Seco	Ws	1,05	0,98	0,96				
<b>Contenido de agua</b>		<b>W</b>	<b>26,67</b>	<b>26,53</b>	<b>26,04</b>				

**WI=** 49,35

**Wp=** 26,41

**Ip=** 22,94

Simbolo de la carta de plasticidad (CL)

Observaciones:

Arcilla de bajo indice de plasticidad

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel/Fax : 2886360 - 2882086- 091210964

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cda. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel/Fax : 2953686 - 090642991

Email : lemco.lp@gmail.com



## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

### TEST DE PERMEABILIDAD DE CARGA VARIABLE

**Proyecto:** Estudio y diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el río Manglar Alto  
**Ordena:** Ricardo Suarez  
**Lugar:** Manglar Alto  
**Fuente del Material:** Proporcionado por el contratista  
**Descripción del Material:** Grava limosa con arena  
**Método:** Permeámetro de carga variable Norma ASTM D 2434

**Fecha:** 01 de Junio del 2018  
**Muestra:** Cauce del río  
**Profundidad:** indicadas

#### Determinación del coeficiente de Permeabilidad K ( suelo granular)

Item	Test Nº			
	1	2	3	4
Diámetro de muestra, D (cm)	7,6	7,6	7,6	7,6
Diámetro de tubo de carga, dc (cm)	0,5	0,5	0,5	0,5
Longitud de muestra, L (cm)	85,4	85,4	85,4	85,4
Área de muestra, A (cm <sup>2</sup> )	45,36	45,36	45,36	45,36
Área de tubo de carga, a (cm <sup>2</sup> )	0,20	0,20	0,20	0,20
Carga Inicial, h1 (cm)	140,3	120,3	100,3	80,3
Carga final, h2 (cm)	120,3	100,3	80,3	60,3
Duración de Test, t (s)	5,3	7,1	8,3	10,5
$K = \frac{axL}{A(t_2-t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$ (cm/s)	0,011057	0,009711	0,010142	0,010289

Contenido de humedad = 41 %

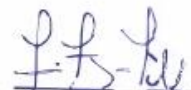
Promedio k = 0,01030 cm/s

k = 1,03E-02 cm/s

Comparando los resultados del coeficiente de permeabilidad (K) obtenidos del ensayo de laboratorio, con el de la tabla de la Norma ASTM D2434 se clasificó como un suelo de: **Media permeabilidad**

#### Fotografías:



  
Luis E. Figueroa R.  
Ingeniero Civil

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel/Fax : 2886360 - 2882086 - 0991210963

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cda. Brisas de Ballenita CA 5 s/n  
CA 61 (Ballenita) Tel/Fax : 2953686 - 0990642991

Email: lemco.ip@gmail.com



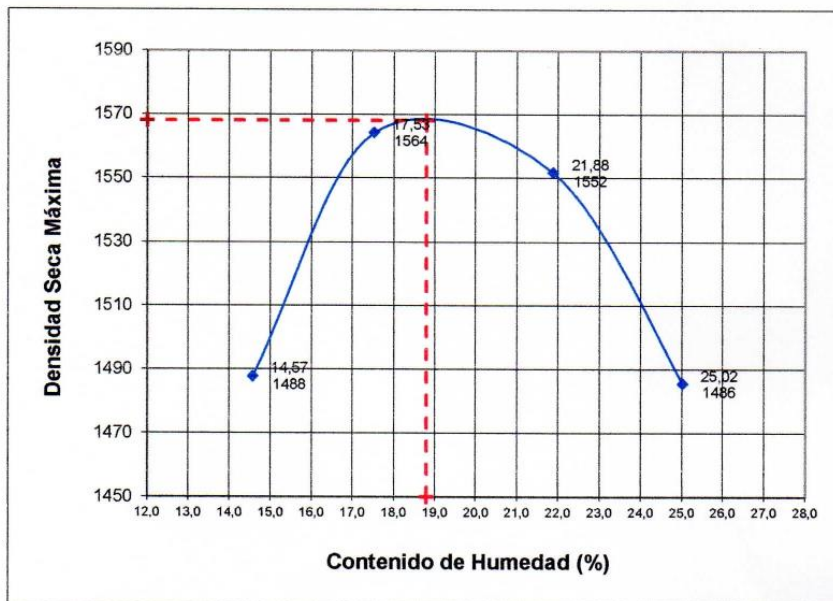
# LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES & CONSTRUCCIONES

ESPECIALIZADOS EN MECANICA DE SUELOS

## ENSAYO PROCTOR

**Proyecto:** Estudio y diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el rio Manglar Alto  
**Ordena:** Ricardo Suarez **Fecha:** 01 de Junio del 2019  
**Lugar:** Manglar Alto  
**Fuente del Material:** Cauce del rio  
**Descripción del Material:** Material arcilloso  
**Norma aplicada:** AASHTO T-180 **Número de capas:** 5  
**Volumen del cilindro:** 2123 **Número de golpes por capa:** 56  
**Peso del cilindro (gr):** 6398

E #	Cantidad de agua	Recipiente N°	Ph + Recp	Ps + Recp	Peso Recp	Peso agua	Ps	W	Ph + cilindro	PH	1 + w/100	Ps	Densidad seca
1	200	CX0	213,40	190,37	32,34	23,03	158,03	14,57	10017	3619	1,146	1,705	1488
2	200	CX1	174,97	153,97	34,16	21,00	119,81	17,53	10301	3903	1,175	1,838	1564
3	200	CX2	202,96	172,38	32,62	30,58	139,76	21,88	10413	4015	1,219	1,891	1552
4	200	CX3	205,94	171,25	32,62	34,69	138,63	25,02	10341	3943	1,250	1,857	1486
5													
6													
7													
8													



Contenido Optimo de humedad  
18,8 %

Densidad Seca Máxima  
1568 Kg/m<sup>3</sup>

Observaciones:

Ing. Luis E. Figueroa R.

Guayaquil : Costanera 1209 y Laureles (Urdesa)

Tel : 2886360 - 2882086- 0991210963

Email: lab\_lem@hotmail.com

Sta. Elena : Cda. Brisas de Ballenita CA 5 s/n

CA 61 (Ballenita) Tel : 2953686 - 090642991

Email : lemco.ip@gmail.com



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

**Proyecto:** Estudio y diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el río Manglar Alto

**Ordena:** Ricardo Suarez

**Fecha:** 30 de Mayo de 2019

**Lugar:** Manglar Alto

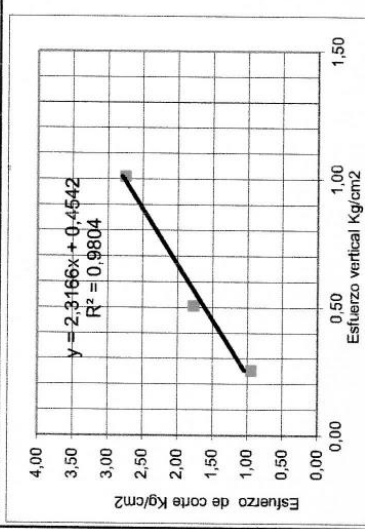
**Profundidad:** -- **Sondeo:** --

**Fuente del Material:** Cauce del río

**Muestra:** Cause del Río **Abscisa:** --

**Descripción del Material:**

Desplazamiento Horizontal	CARGA V= 8 Kg		CARGA V= 16 Kg		CARGA V= 32 Kg		
	Carga T		Carga T		Carga T		
	LC - 2	Kg	LC - 2	Kg	LC - 2	Kg	
0.001"	1403,27	GT	GT	0.0001"	1403,27	GT	
		Kg/cm2	Kg/cm2	0.0001"	1403,27	Kg/cm2	
0.010	8,14	0,2570	0,3501	0,0079	11,09	0,8729	
0.020	14,73	0,4653	0,8641	0,0195	27,36	1,5287	
0.030	26,66	0,8419	1,5066	0,0340	47,71	2,2111	
0.040	29,61	0,9350	1,7192	0,0388	54,45	2,7118	
0.050	29,89	0,9438	1,7547	0,0396	55,57	2,7428	
0.060	26,10	0,8242	1,7680	0,0399	55,99	2,7473	
0.070			1,4977	0,0338	47,43	2,4061	
0.080							
0.090							
0.100							
PH =	73,2	gr.	PH =	76,1	gr.	PH =	74,9
PS =	62,0	gr.	PS =	64,1	gr.	PS =	62,9
PR =	8,4	gr.	PR =	8,5	gr.	PR =	8,6
W =	20,9	%	W =	21,6	%	W =	22,1



Esfuerzo vertical Kg/cm²	Esfuerzo de corte Kg/cm²
0,253	0,944
0,505	1,768
1,010	2,747

Limo arena fina, limos.  
 COHESIÓN (C) 0,45 Kg/cm²  
 Fricción (φ) 67° 13' 29"  
 Calculado por:  
 Verificado por:

Ing. Luis E. Figueroa R.  
 E-mail: lab\_lem@hotmail.com

## Apéndice B: Análisis de precios unitarios.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA</b>					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	1.1				
<b>DETALLE:</b>	Desbroce y limpieza del sitio de implantación (inc. Desalojo)	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>2</sup>		
<b>RENDIMIENTO:</b>	40u/h				
<b>M. EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Pala cargadora	1	\$ 39.40	\$ 39.40	0.025	\$ 0.99
Motosierra	1	\$ 2.94	\$ 2.94	0.025	\$ 0.07
Herramienta menor					\$ 0.02
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 1.08
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Peón	3	\$ 3.58	\$ 10.74	0.025	\$ 0.27
Operador cargadora	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.025	\$ 0.10
Operador motosierra	1	\$ 3.62	\$ 3.62	0.025	\$ 0.09
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 0.46
<b>O. MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P. UNITARIO (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>	
<i>SUBTOTAL O</i>					
<b>P. TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>	
Desalojo	m <sup>3</sup> /km	1	\$ 0.28	\$ 0.28	
<i>SUBTOTAL P</i>					\$ 0.28
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 1.82
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 0.27
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 2.09
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 2.09

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	1.2				
<b>DETALLE:</b>	Trazado y replanteo	<b>UNIDAD:</b>	m <sup>2</sup>		
<b>RENDIMIENTO:</b>	50 u/h				
<b>M. EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Herramienta menor					\$ 0.02
Equipo topográfico	1	\$ 3.50	\$ 3.50	0.020	\$ 0.07
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 0.09
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Peón	3	\$ 3.58	\$ 10.74	0.020	\$ 0.21
Maestro de obra	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.020	\$ 0.08
Topógrafo	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.020	\$ 0.08
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 0.38
<b>O. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	P. UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)	
Estacas	u	0.100	\$ 3.50	\$ 0.35	
Cal viva 50 kg	saco	0.050	\$ 5.97	\$ 0.30	
Piola	rollo	0.010	\$ 4.15	\$ 0.04	
Clavo 2 1/2"	kg	0.010	\$ 2.02	\$ 0.02	
<i>SUBTOTAL O</i>					\$ 0.71
<b>P. TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO (C=A*B)	
<i>SUBTOTAL P</i>					
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 1.17
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 0.18
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 1.35
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 1.35

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	1.3				
<b>DETALLE:</b>	Remoción de diques existentes aguas arriba	<b>UNIDAD:</b>	m³		
<b>RENDIMIENTO:</b>	10u/h				
<b>M. EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Excavadora	1	\$ 35.00	\$ 35.00	0.100	\$ 3.50
Herramientas menor					\$ 0.02
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 3.52
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Operador excavadora	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.100	\$ 0.40
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 0.40
<b>O. MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P. UNITARIO (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>	
<i>SUBTOTAL O</i>					
<b>P. TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>	
<i>SUBTOTAL P</i>					
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 3.92
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 0.59
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 4.51
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 4.51



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	1.4				
<b>DETALLE:</b>	Desalojo y transporte de escombros	<b>UNIDAD:</b>	m³		
<b>RENDIMIENTO:</b>	10u/h				
<b>M. EQUIPOS</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Volqueta 5m³	1	\$ 25.00	\$ 25.00	0.100	\$ 2.50
Herramienta menor					\$ 0.04
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 2.50
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>
Peon	1	\$ 3.58	\$ 3.58	0.100	\$ 0.36
Chofer volqueta	1	\$ 5.26	\$ 5.26	0.100	\$ 0.53
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 0.88
<b>O. MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P. UNITARIO (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>	
<i>SUBTOTAL O</i>					
<b>P. TRANSPORTE</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>	
<i>SUBTOTAL P</i>					
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 3.38
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 0.51
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 3.89
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 3.89

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	2.1				
<b>DETALLE:</b>	Excavación para dentellón	<b>UNIDAD:</b>	m³		
<b>RENDIMIENTO:</b>	25u/h				
<b>M. EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Excavadora	1	\$ 35.00	\$ 35.00	0.040	\$ 1.40
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 1.40
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Operador excavadora	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.040	\$ 0.16
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 0.16
<b>O. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	P. UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)	
<i>SUBTOTAL O</i>					
<b>P. TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO (C=A*B)	
<i>SUBTOTAL P</i>					
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 1.56
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 0.23
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 1.79
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 1.79



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	2.2				
<b>DETALLE:</b>	Excavación, reconformado, compactación de material arcilloso de sitio para dentellón (inc. acarreo)	<b>UNIDAD:</b>	m³		
<b>RENDIMIENTO:</b>	20u/h				
<b>M. EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Excavadora cargadora	1	\$ 40.00	\$ 40.00	0.050	\$ 2.00
Rodillo vibratorio	1	\$ 50.00	\$ 50.00	0.050	\$ 2.50
Motoniveladora	1	\$ 40.00	\$ 40.00	0.050	\$ 2.00
Herramienta menor					\$ 0.05
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 6.55
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Operador excavadora	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.050	\$ 0.20
Operador rodillo	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.050	\$ 0.20
Operador motoniveladora	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.050	\$ 0.20
Peon	2	\$ 3.58	\$ 7.16	0.050	\$ 0.36
Maestro	0.5	\$ 4.01	\$ 2.01	0.050	\$ 0.10
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 1.06
<b>O. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	P. UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)	
Agua	m³	0.030	\$ 0.50	\$ 0.02	
<i>SUBTOTAL O</i>					\$ 0.02
<b>P. TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO (C=A*B)	
Acarreo	m³/km	1	\$ 0.28	\$ 0.28	
<i>SUBTOTAL P</i>					\$ 0.28
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 7.91
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 1.19
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 9.09
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 9.09

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	2.3				
<b>DETALLE:</b>	Excavación, colocación, compactación de material gravo arenoso limoso de sitio para cuerpo dique (inc.acarreo)	<b>UNIDAD:</b>	m³		
<b>RENDIMIENTO:</b>	20u/h				
<b>M. EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Rodillo vibratorio	1	\$ 50.00	\$ 50.00	0.050	\$ 2.50
Excavadora cargadora	1	\$ 40.00	\$ 40.00	0.050	\$ 2.00
Motoniveladora	1	\$ 40.00	\$ 40.00	0.050	\$ 2.00
Herramienta menor					\$ 0.05
<i>SUBTOTAL M</i>					\$ 6.55
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
Peon	2	\$ 3.58	\$ 7.16	0.050	\$ 0.36
Maestro	0.5	\$ 4.01	\$ 2.01	0.050	\$ 0.10
Operador excavadora	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.050	\$ 0.20
Operador rodillo	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.050	\$ 0.20
Operador motoniveladora	1	\$ 4.01	\$ 4.01	0.050	\$ 0.20
<i>SUBTOTAL N</i>					\$ 1.06
<b>O. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	P. UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)	
Agua	m³	0.030	\$ 0.50	\$ 0.02	
<i>SUBTOTAL O</i>					\$ 0.02
<b>P. TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO (C=A*B)	
Acarreo	m³/km	1	\$ 0.28	\$ 0.28	
<i>SUBTOTAL P</i>					\$ 0.28
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 7.91
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 1.19
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 9.09
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 9.09

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
<b>CODIGO RUBRO:</b>	4.1				
<b>DETALLE:</b>	Equipos de protección	<b>UNIDAD:</b>	mes		
<b>RENDIMIENTO:</b>					
<b>M. EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
<i>SUBTOTAL M</i>					
<b>N. MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (R)	COSTO (D=C*R)
<i>SUBTOTAL N</i>					
<b>O. MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	P. UNITARIO (B)	COSTO (C=A*B)	
Kit de equipos de protección personal (casco, guantes, gafas, botas, chaleco)	u	5	\$ 40.00	\$ 200.00	
<i>SUBTOTAL O</i>				\$ 200.00	
<b>P. TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO (C=A*B)	
<i>SUBTOTAL P</i>					
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$ 200.00
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$ 30.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$ 230.00
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$ 230.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE EN EL RÍO MANGLARALTO, PROVINCIA DE SANTA ELENA						
<b>CODIGO RUBRO:</b>	4.2					
<b>DETALLE:</b>	Baterías sanitarias móviles	<b>UNIDAD:</b>	mes			
<b>RENDIMIENTO:</b>						
<b>M. EQUIPOS</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>	
<i>SUBTOTAL M</i>						
<b>N. MANO DE OBRA</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>JORNAL/HR (B)</b>	<b>COSTO HORA (C=A*B)</b>	<b>RENDIMIENTO (R)</b>	<b>COSTO (D=C*R)</b>	
<i>SUBTOTAL N</i>						
<b>O. MATERIALES</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>P. UNITARIO (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>		
Letrina sanitaria	u	1	\$ 350.00	\$ 350.00		
Mantenimiento y limpieza	u	1	\$ 250.00	\$ 250.00		
<i>SUBTOTAL O</i>				\$	600.00	
<b>P. TRANSPORTE</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD (A)</b>	<b>TARIFA (B)</b>	<b>COSTO (C=A*B)</b>		
<i>SUBTOTAL P</i>						
<b>Nota: No incluye IVA.</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				\$	600.00
	<b>COSTO INDIRECTO 15%</b>				\$	90.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				\$	690.00
	<b>VALOR PROPUESTO</b>				\$	690.00

## Apéndice C: Guía de buenas prácticas ambientales.

 Ministerio del Ambiente	 SUIA Sistema Único de Información Ambiental	GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MENOR O IGUAL A VEINTE MIL METROS	SUIA-MDA-GBPA-030
---	--	--	-------------------

### RECOMENDACIONES APLICABLES PARA EL PROYECTO:

“Estudio y Diseño del dique reservorio de mayor cota de embalse en el Río Manglaralto, parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena”

#### 1. Fase de diseño.

- Deberá 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.
- Considerar la existencia cercana de algún tipo de remanente forestal, que puede ser empleado como barrera natural de ruido, polvo, viento, etc.
- Se deberá contemplar vegetación integrada en el proyecto constructivo.

#### 2. Fase de construcción.

##### 2.1 Almacenamiento y manipulación de materiales y equipos.

- Adecuar una infraestructura existente o construir instalaciones temporales de almacenamiento de materiales de construcción acorde a la normativa vigente en la que pueda incurrir esta actividad.
- Limpiar y mantener en buen estado las herramientas y el equipo de obra.
- Tener en funcionamiento la maquinaria el tiempo necesario, ya que evitará la emisión de ruido al vecindario y contaminantes gaseosos.
- Reducir la circulación de las maquinas en obra, logrando gestionar trayectos y recorridos menos extensos para ahorrar combustible y prevenir accidentes.
- Calcular correctamente las cantidades de materia prima a emplear

para evitar residuos o sobrantes en las mezclas efectuadas.

- Evitar derrames de aceites y líquidos de las maquinarias recolectándolos para su posterior entrega a los gestores autorizados.
- No verter los restos de hormigón, madera, yeso, cal y restos de aguas de limpieza en el desagüe, alcantarillado o en el suelo.

## **2.2 Seguridad en el trabajo.**

- Cumplir con la normativa vigente y los lineamientos establecidos por las autoridades competentes en el tema.
- Utilizar siempre los elementos de protección personal, adecuados a los riesgos de las tareas en función de los materiales que se manipulan.
- Dar capacitación al personal en el manejo adecuado de herramientas y equipos para prevenir riesgos laborales y accidentes en el trabajo.
- Instruir, capacitar y controlar que los trabajadores que estén expuestos a ruidos fuertes y en tiempos prolongados cuenten con sus respectivos Equipos de Protección Personal (EPP) para mitigar la contaminación por ruido.

## **2.3 Ocupación y usos 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.
- Separar selectivamente los diferentes tipos de tierra extraídos en los procesos constructivos en función de las posibilidades de reutilización.
- Conservar las plantas y árboles que pudieran verse dañados por los movimientos de la maquinaria, y recuperar las zonas verdes afectadas durante la construcción.



#### **2.4 Reducir las emisiones a la atmósfera.**



- Tener siempre en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros (ruido y polvo).
- Garantizar mediante el mantenimiento de los vehículos la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos y el balanceo de las llantas.

#### **2.5 Reducción de ruido.**

- Evitar la generación de ruidos molestos en el ambiente laboral y vecindario
- 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 o por la noche.
- Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los equipos para generar menos ruido por mal funcionamiento.
- Reducir el ruido utilizando la maquinaria y herramientas solo cuando sea necesario y mantenerlas apagadas en periodos de espera.

#### **2.6 Uso racional del agua.**

- No verter en el suelo, en cursos de agua, ni en la red de alcantarillado restos de aceites, combustibles o productos peligrosos.
- Instale barreras que impidan el arrastre de materiales de construcción y sobrantes, por escorrentía.
- Evitar el vertido de agua que contengan cemento u otros productos procedentes de las actividades de construcción.
- No utilizar agua para diluir derrames de sustancias peligrosas como pinturas, barnices lacas, ya que dichas sustancias se depositan en los cursos de agua.

 <p>Ministerio del Ambiente</p>	 <p>SUIA Sistema Único de Información Ambiental</p>	<p>GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN MENOR O IGUAL A VEINTE MIL METROS</p>	<p>SUIA-MDA-GBPA-030</p>
--	--	---	--------------------------

## **2.7 Ahorro de energía-eficiencia energética.**

- Es recomendable aprovechar la luz natural durante toda la jornada laboral para evitar la iluminación artificial.
- Utilizar lámparas de bajo consumo y apagar los equipos y luces que no se estén usando.
- Tener la maquinaria, sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento (apagar el motor en tiempos de espera).
- Promover en lo posible, opciones constructivas que propicien el uso de energías renovables
- Tener en cuenta las nuevas tendencias y tecnologías de construcción con criterios bioclimáticos.

## **2.8 Gestión de residuos.**

- Identificar los puntos de generación de residuos en la obra. Programar y planificar sistemas de reducción.
- Cada trabajador debe conocer cuáles son las actividades que generan residuos y minimizar esa generación.
- Los vehículos que efectúen el transporte de tierras, escombros o materiales de construcción lo harán en las debidas condiciones para evitar el vertido accidental de su contenido, adoptando las precauciones necesarias para impedir ensuciar las vías públicas, dicho material deberá ser depositado en las escombreras que cuenten con la autorización correspondiente, acorde a la Normativa Ambiental vigente.
- Utilizar materiales cuyos desechos posean una mayor aptitud para ser reciclados (Ej. maderas no tratadas con productos tóxicos).
- Implementar la estrategia de las 3 R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.



Año	Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total Mensual	Máximo (24 Horas)	Máximo del mes (24 Horas)
1994	Ene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.8	10.8	30.6	
	Feb	0.0	30.6	2.0	6.2	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.4	30.6		
	Mar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	22.0		
	Abr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
	May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	6.2		
	Jun	0.0	0.9	1.5	2.0	0.0	0.7	1.0	0.6	0.0	0.0	0.3	0.2	3.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	0.6	0.2	13.2		3.0
	Jul	0.0	0.9	0.7	1.0	0.0	2.7	1.0	0.0	3.0	0.4	0.2	2.1	2.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8		3.0
	Ago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	9.0	2.0	0.0	2.5	0.0	0.0	11.2	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.4		11.2
	Sep	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
	Oct	0.0	0.0	0.0	5.0	11.0	7.6	1.9	2.5	1.3	1.4	2.0	1.1	5.2	6.0	0.0	0.0	0.0	3.0	2.5	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	56.5		11.0
	Nov	4.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	4.0		
	Dic	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	10.0		
1995	Ene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	2.0	12.8	17.2	12.8	52.0	
	Feb	5.0	7.5	5.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	8.5	5.0	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	126.6	52.0		
	Mar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	10.0		
	Abr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	2.5	2.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	14.0		
	May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	6.5	4.0		
	Jun	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2.8		
	Jul	0.0	0.6	1.0	1.1	2.1	2.5	4.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	30.9	11.4		
	Ago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	6.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	29.2	6.0		
	Sep	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	2.4	1.4	3.0	0.0	18.6	7.4		
	Oct	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	5.1	2.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.0	4.4	3.0	0.0	48.2	24.0		
	Ene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	5.0		
	Feb	0.0	0.0	5.0	9.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	10.0	16.0	2.9	6.0	86.0	68.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	215.3		86.0
Mar	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	15.9	8.0			
Abr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	3.5	2.2			
May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.0			
Jun	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0			
Jul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	5.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	5.0			
Ago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Sep	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	0.0	3.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	4.0	4.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	5.0		
Oct	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	11.0	3.0			
Nov	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	2.0			
Dic	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2000	Ene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	2.0	4.0	
	Feb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	3.0			
	Mar	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	4.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	2.0	0.0	0.0	20.2	4.0		
	Abr	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	2.0		
	May	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	Jun	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	12.0		2.0
	Jul	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	2.0	3.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1	3.0		
	Ago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
	Sep	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	2.0		
	Oct	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	3.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0													



