

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PRESA COLINAR EN LA COMUNA SACACHÚN,
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

RONALDO ANDRÉS NOVILLO SERRANO

DANIELA CAROLINA STAY AREVALO

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021 – 2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo y todos mis logros académicos a mi mamá, que ha sido mi referencia y modelo a seguir en todos los aspectos de mi vida. A mi hermano, que ha sostenido a la familia durante los últimos años y que me ha enseñado mucho sobre el mundo profesional.

Ronaldo Andrés Novillo Serrano

Dedico este trabajo de manera especial a mi mamá, el más claro ejemplo de paciencia y lucha que la vida me pudo mostrar. A mi hermana, que siempre me ha brindado su apoyo y consejo. A todos quienes han confiado en mi capacidad y que han aportado en mi crecimiento profesional y personal. A mis amigos, que ayudaron inmensamente a que este año especialmente difícil, sea más grato.

Daniela Carolina Stay Arévalo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia que siempre me han apoyado y hecho lo posible por ayudarme en mi formación profesional.

A todos los docentes que participaron en mi desarrollo académico y laboral como ayudante dónde he podido aprender más de lo habitual.

A mis amigos que con ellos las risas nunca faltaron.

Ronaldo Andrés Novillo Serrano

Agradezco a mis padres por aportar siempre en mi formación profesional, por ser ejemplo e inspiración de lo que es ser un buen ingeniero.

A todos los docentes que han marcado el camino hacia esta meta.

A mis amigos, con quienes me he esforzado y divertido a lo largo de esta etapa.

Daniela Carolina Stay Arévalo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Ronaldo Andrés Novillo Serrano y Daniela Carolina Stay Arévalo, y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Ronaldo Novillo

Ronaldo Andrés Novillo Serrano

Daniela Stay

Daniela Carolina Stay Arévalo

EVALUADORES

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo

PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Sacachún es una comuna localizada en la provincia de Santa Elena que destaca por su riqueza cultural, siendo un potencial destino turístico para visitantes nacionales y extranjeros, sin embargo, el acceso al agua potable en esta localidad es limitado. Como parte de los esfuerzos de los comuneros, se conformó un dique en el lugar de estudio y debido a las fuertes precipitaciones reportadas este año, se produjo su colapso afectando a las actividades antrópicas. En el presente trabajo se realizó el estudio y diseño de una presa colinar en base a la caracterización del área de interés mediante el levantamiento topográfico, ensayos de suelos, el análisis hidrológico de la microcuenca y el análisis de los taludes, con el fin de asegurar su estabilidad y aumentar la capacidad del reservorio. El dique diseñado se localiza 300 m. aguas abajo en relación al original, permitiendo que el embalse aumente en cerca de 8 veces su capacidad, en 287 522.30 m³. Además, se presenta el diseño de un canal aliviadero de 137 metros de longitud con tanques de amortiguación que permitirán disipar la energía cinética del flujo para prevenir situaciones extremas, como erosión y socavación.

Palabras Claves:

Presa Colinar, Sacachún, aliviadero, caracterización, estudio.

ABSTRACT

Sacachun is a commune located in the province of Santa Elena that stands out for its cultural wealth, it is a potential tourist destination for national and foreign visitors, however, access to drinking water is limited in this location. As part of the commoners' efforts, a dam was built in the place of this study, which collapsed due to heavy rainfall reported this year, affecting anthropic activities. This document presents the study and design of a dam based on the characterization of the area of interest by a topographic survey, soil testing, the hydrological study of the micro basin and the slope analysis, to ensure its stability and increase the reservoir's capacity. The dam designed is located 300 m. downstream in reference to the original one, producing that the reservoir can increase by almost 8 times its initial capacity, reaching 287 522.30 m³. The design of a 137 m. length spillway channel was developed with buffer tanks that will dissipate the flow's kinetic energy to avoid extreme situations, like erosion and scour.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGIA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XIV
CAPÍTULO 1.....	15
1 INTRODUCCIÓN	15
1.1 Antecedentes	16
1.2 Localización.....	18
1.3 Información básica	19
1.3.1 Relieve y Clima.....	19
1.3.2 Flora y fauna.....	20
1.3.3 Datos socioeconómicos	21
1.4 Objetivos	22
1.4.1 Objetivo General.....	22
1.4.2 Objetivos Específicos.....	22
1.5 Justificación del problema	22
1.6 Marco teórico.....	23
1.6.1 Corrientes Oceánicas en el Ecuador	23
1.6.2 Cuenca hidrográfica.....	24
1.6.3 Embalse.....	25
1.6.4 Estructura de retención.....	26

1.6.5	Presas de tierra.....	26
CAPÍTULO 2.....		28
2	DESARROLLO DEL PROYECTO	28
2.1	Metodología.....	28
2.2	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete	29
2.2.1	Levantamiento topográfico.....	29
2.2.2	Estudios geotécnicos	31
2.2.3	Análisis granulométrico.....	33
2.2.4	Límites de Atterberg.....	34
2.2.5	Proctor Modificado	35
2.2.6	Ensayo de Permeabilidad	35
2.2.7	Corte Directo.....	36
2.2.8	Compresión Triaxial	37
2.3	Análisis de Alternativas	37
2.3.1	Selección de la alternativa más óptima.....	41
2.3.2	Restricciones de la opción seleccionada	42
2.4	Estudio hidrológico	42
2.4.1	Recopilación y análisis de datos	42
CAPÍTULO 3.....		45
3	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	45
3.1	Definición de tipo de presa	45
3.2	Diseño geométrico de la presa y Análisis de estabilidad.....	46
3.2.1	Prediseño.....	46
3.2.2	Propuesta de Diseño: Berma aguas abajo	52
3.2.3	Propuesta de Diseño: Berma aguas arriba y aguas abajo.....	53
3.3	Análisis de Permeabilidad	55
3.4	Estudio hidrológico	56

3.4.1	Precipitación máxima probable	56
3.4.2	Precipitación máxima horaria.....	59
3.4.3	Intensidad máxima.....	60
3.4.4	Elaboración de curvas IDF.....	61
3.5	Caudal de diseño.....	71
3.5.1	Coeficiente de escorrentía	72
3.6	Dimensionamiento de canal	74
3.7	Tanque amortiguador	77
CAPÍTULO 4.....		80
4	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	80
4.1	Objetivos del Estudio de Impacto Ambiental	81
4.1.1	Objetivo General.....	81
4.1.2	Objetivos Específicos.....	81
4.2	Descripción del Proyecto.....	82
4.3	Línea Base Ambiental	83
4.4	Actividades del Proyecto	83
4.5	Identificación de Impactos Ambientales	84
4.6	Valoración de Impactos Ambientales	84
4.7	Medidas de Prevención / Mitigación	88
4.8	Conclusiones.....	88
CAPÍTULO 5.....		90
5	PRESUPUESTO.....	90
5.1	Descripción de rubros.....	90
5.2	Análisis de precios unitarios	90
5.3	Descripción de cantidades de obra	90
5.4	Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental	93

5.5 Cronograma valorado.....	94
CAPÍTULO 6.....	97
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
6.1 CONCLUSIONES.....	97
6.2 RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXOS.....	101
APÉNDICE A.....	102
RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO EN MUESTRAS SIGNIFICATIVAS	102
APÉNDICE B.....	120
REGULARIZACION AMBIENTAL	120
APÉNDICE C.....	133
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	133

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
WGS 84	World Geodetic System 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984)
RTK	Real-Time Kinematic (Navegación Cinética en Tiempo Real)
ASTM	American Society of Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes)
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos
IGM	Instituto Geográfico Militar
USBR	United States Bureau of Reclamation
FS	Factor de Seguridad
SUIA	Sistema Único de Información Ambiental
CCAN	Catálogo de Categorización Ambiental Nacional

SIMBOLOGIA

m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
Ha	Hectáreas
m ³	Metros cúbicos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Laguna dentro del embalse y cauce del estero Las Campanas durante la temporada seca.....	16
Figura 1.2 Zona de colapso del dique original.	17
Figura 1.3 Estructura del aliviadero original.....	17
Figura 1.4 Ubicación geográfica de la comuna Sacachún.....	18
Figura 1.5 Relieve de la zona de estudio (msnm).	19
Figura 1.6 Crianza de chivos en la comuna Sacachún.....	21
Figura 2.1 Toma de datos topográficos por medio de GPS diferencial.	30
Figura 2.2 Topografía del terreno natural.	31
Figura 2.3 Detalle de material de relleno existente.....	32
Figura 2.4 Preparación de muestras a ensayar.....	33
Figura 2.5 Realización del ensayo de límite líquido y límite plástico.	34
Figura 2.6 Preparación de material y realización de ensayo Proctor modificado.	35
Figura 2.7 Realización de ensayo de Permeabilidad.....	36
Figura 2.8 Muestra ensayada de Corte Directo.....	36
Figura 2.9 Muestra ensayada por Compresión Triaxial.....	37
Figura 2.10 Zona de embalse correspondiente a la alternativa 1.....	38
Figura 2.11 Zona de embalse correspondiente a la alternativa 2.....	39
Figura 2.12 Zona de embalse correspondiente a la alternativa 3.....	40
Figura 2.13 Zona del embalse actual.	41
Figura 2.14 Cauce del estero Las Campanas.	41
Figura 2.15 Ubicación de la comuna Sacachún en el Mapa de Unidades Hidrográficas.....	43
Figura 2.16 Estaciones Meteorológicas cercanas a la comuna Sacachún.....	44
Figura 3.1 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Prediseño.....	48
Figura 3.2 Verificación de estabilidad de taludes: Prediseño.....	48
Figura 3.3 Análisis de estabilidad: Prediseño.....	49
Figura 3.4 Mapa de Zonificación Sísmica del Ecuador.....	49
Figura 3.5 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Prediseño con análisis sísmico.....	51
Figura 3.6 Verificación de estabilidad de taludes: Prediseño con análisis sísmico.....	51
Figura 3.7 Análisis de estabilidad: Prediseño con análisis sísmico.....	51

Figura 3.8 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Berma aguas abajo con análisis sísmico.....	52
Figura 3.9 Verificación de estabilidad de taludes: Berma aguas abajo con análisis sísmico	52
Figura 3.10 Análisis de estabilidad: Berma aguas abajo con análisis sísmico	53
Figura 3.11 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Berma aguas arriba y aguas abajo con análisis sísmico	53
Figura 3.12 Verificación de estabilidad de taludes: Berma aguas arriba y aguas abajo con análisis sísmico.....	54
Figura 3.13 Análisis de estabilidad: Berma aguas arriba y aguas abajo con análisis sísmico	54
Figura 3.14 Diseño geométrico de la presa de tierra	55
Figura 3.15 Líneas equipotenciales en la sección típica de la presa de tierra: Presión total (KPa).....	56
Figura 3.16 Líneas equipotenciales en la sección típica de la presa de tierra: Presión de poros (KPa)	56
Figura 3.17 Curva de regresión T= 2 años	63
Figura 3.18 Curva de regresión T= 5 años	64
Figura 3.19 Curva de regresión T= 10 años	65
Figura 3.20 Curva de regresión T= 25 años	66
Figura 3.21 Curva de regresión T= 50 años	67
Figura 3.22 Curva de regresión T= 100 años	68
Figura 3.23 Curva de regresión T= 500 años	69
Figura 3.24 Curvas IDF	71
Figura 3.25 Valores de CN(II).....	73
Figura 3.26 Borde libre en función del caudal	76
Figura 3.27 Sección geométrica del canal aliviadero. Tramo 1 y 2	77
Figura 3.28 Perfil longitudinal del aliviadero	77
Figura 3.29 Relación Número de Froude y altura del tanque	78
Figura 4.1 Consulta de Actividad Ambiental: Construcción y/u Operación de Represas.	80
Figura 4.2 Consulta de Actividad Ambiental: Construcción y/u Operación de Captaciones de Agua Potable.	80

Figura 4.3 Ubicación de proyecto en relación al Mapa de Áreas Protegidas.81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Muestras de suelo significativas recolectadas	32
Tabla 2.2 Ensayos geotécnicos desarrollados.	32
Tabla 3.1 Resultados de Ensayos de Suelos	45
Tabla 3.2 Taludes Recomendados para Presas de Tierra Homogéneas	47
Tabla 3.3 Distancias de Borde Libre para Presas de Tierra	47
Tabla 3.4 Tipo de suelo y factores de sitio Fa	50
Tabla 3.5. Precipitación máxima diaria	56
Tabla 3.6. Precipitaciones máximas probables	58
Tabla 3.7. Precipitaciones máximas probables para diferentes frecuencias	59
Tabla 3.8. Coeficientes para distribución de lluvia.....	60
Tabla 3.9. Distribución de precipitaciones para diferentes frecuencias	60
Tabla 3.10. Intensidad de lluvia para diferentes períodos de retorno	61
Tabla 3.11. Regresiones para período T= 2 años	63
Tabla 3.12. Regresiones para período T= 5 años	64
Tabla 3.13. Regresiones para período T= 10 años	65
Tabla 3.14. Regresiones para período T= 25 años	66
Tabla 3.15. Regresiones para período T= 50 años	67
Tabla 3.16. Regresiones para período T= 100 años	68
Tabla 3.17. Regresiones para período T= 500 años	69
Tabla 3.18. Coeficientes de regresión lineal.....	70
Tabla 3.19. Regresión potencial	70
Tabla 3.20. Resumen de intensidades de lluvia	71
Tabla 3.21. Datos de pendiente.....	75
Tabla 3.22. Datos de sección 1.	75
Tabla 3.23. Datos de sección 2.	75
Tabla 4.1 Calificación de la Magnitud de los Impactos	85
Tabla 4.2 Calificación de la Importancia de los Impactos.....	85
Tabla 4.3 Matriz de Evaluación de Impactos	86
Tabla 5.1 Registro de relleno con arcilla de baja plasticidad para estructura de Dique.91	
Tabla 5.2 Registro de relleno con arena para estructura de Dique	91
Tabla 5.3 Registro de relleno para cuerpo de dique.....	92
Tabla 5.4 Registro de excavación para canal aliviadero	93

Tabla 5.5 Presupuesto total de obra.....	95
Tabla 5.6 Cronograma valorado	96

ÍNDICE DE PLANOS

Implantación – Levantamiento Topográfico	Lámina 1/9
Implantación – Dique	Lámina 2/9
Vista en Corte – Secciones del Dique	Lámina 3/9
	Lámina 4/9
Vista en Corte – Perfil Longitudinal de Aliviadero	Lámina 5/9
Implantación – Embalse	Lámina 6/9
Vista en Corte – Secciones del Embalse	Lámina 7/9
	Lámina 8/9
	Lámina 9/9

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, las comunidades han notado la necesidad de establecerse en zonas cercanas a cuerpos de agua que aseguren la provisión de este recurso esencial para cubrir necesidades básicas y poder desarrollar actividades antrópicas. A pesar de ser el agua el recurso más abundante en el planeta, únicamente un aproximado del 3% de tal cantidad, corresponde a agua dulce, y de ello, menos del 1% se encuentra disponible en cuerpos superficiales.

Dado que la disponibilidad de agua se ve afectada por actividades humanas y eventos climáticos, constituye un recurso relativamente escaso especialmente en zonas predominantemente secas. Debido a la ubicación geográfica del Ecuador, se presenta una estación húmeda y una estación seca durante cada año, cuyas duraciones varían en base a las corrientes oceánicas. Es así que los sectores costeros de las provincias de Santa Elena, Guayas y Manabí sufren periodos de sequías, lapso durante el cual dependen, en algunos casos, de agua recolectada durante el periodo de precipitaciones.

La comuna Sacachún es una de las zonas de la provincia de Santa Elena que año a año se ven afectadas por una fuerte época de estiaje, durante la cual, la población enfrenta dificultades para desarrollar necesidades básicas y la falta del recurso hídrico afecta a la actividad agrícola y ganadera en la zona, que constituyen la fuente de su sustento económico.

En la comuna Sacachún se observa la implementación de estructuras de almacenamiento que se ha venido dando de manera empírica, no se consideran estudios técnicos en cuanto al tipo de terreno, volumen almacenado y materiales utilizados, ya que responden al trabajo de los habitantes sin contar con un diseño

óptimo. No son proyectos desarrollados apropiadamente por las entidades correspondientes, produciendo en algunos casos el colapso de estas estructuras cuando se presenta una fuerte temporada lluviosa.

El presente proyecto contempla el estudio y diseño de una presa colinar en la comuna Sacachún de la provincia de Santa Elena, parte del plan integral de aprovechamiento de recursos hídricos en esta zona, como una propuesta del PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo, docente de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

1.1 Antecedentes

Los habitantes de la comuna Sacachún obtienen agua principalmente de pozos profundos, tanqueros y por medio de pequeñas albarradas. En el sitio de estudio, al Noreste de la vía principal de la comuna, se han realizado esfuerzos por conformar una presa de tierra con material importado aprovechando la presencia de dos cuerpos de agua intermitentes que se unen para conformar el estero Las Campanas.

Se puede constatar que el caudal que circula a lo largo del estero durante el temporal de lluvias es significativo, mientras que en el periodo de estiaje se mantiene prácticamente seco, a excepción de pequeñas lagunas dentro del área del embalse actual.



Figura 1.1 Laguna dentro del embalse y cauce del estero Las Campanas durante la temporada seca.
Fuente: Novillo R.; Stay, D. (2021)

Tras la inspección del área de estudio y un acercamiento a los dirigentes del sector, se pudo verificar que el material que conformaba el dique previamente implementado por los comuneros, cedió a inicios del temporal lluvioso del presente año como resultado de la ubicación inadecuada de la estructura del aliviadero, el cual se situó en una cota alta con relación a la corona del dique. Como consecuencia, el agua retenida se desbordó sobre el terraplén, erosionando el material y se produjo el colapso del mismo.



Figura 1.2 Zona de colapso del dique original.
Fuente: Novillo R.; Stay, D. (2021)



Figura 1.3 Estructura del aliviadero original.
Fuente: Novillo R.; Stay, D. (2021)

Dado que la ESPOL lleva a cabo el registro y control de algunos puntos de captación de agua subterránea en zonas costeras, incluyendo aquellos presentes alrededor de la comuna Sacachún, surgió el interés de incluir al sector en el proyecto de Presas

Colinares a ser construidas en zonas áridas de las provincias de Guayas, Santa Elena y Manabí, ideado por la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.

El proyecto contempla una respuesta técnica, económica y ambiental para la comuna, optimizando los materiales disponibles, debido a la necesidad del recurso hídrico en el desarrollo de la agricultura y ganadería, que por el momento se ve bastante limitada.

1.2 Localización

La comuna Sacachún se encuentra ubicada a 50 kilómetros de la capital Santa Elena y 90 kilómetros de la ciudad de Guayaquil, forma parte de la parroquia rural Simón Bolívar del cantón Santa Elena de la provincia que lleva el mismo nombre, en la región costera del Ecuador.

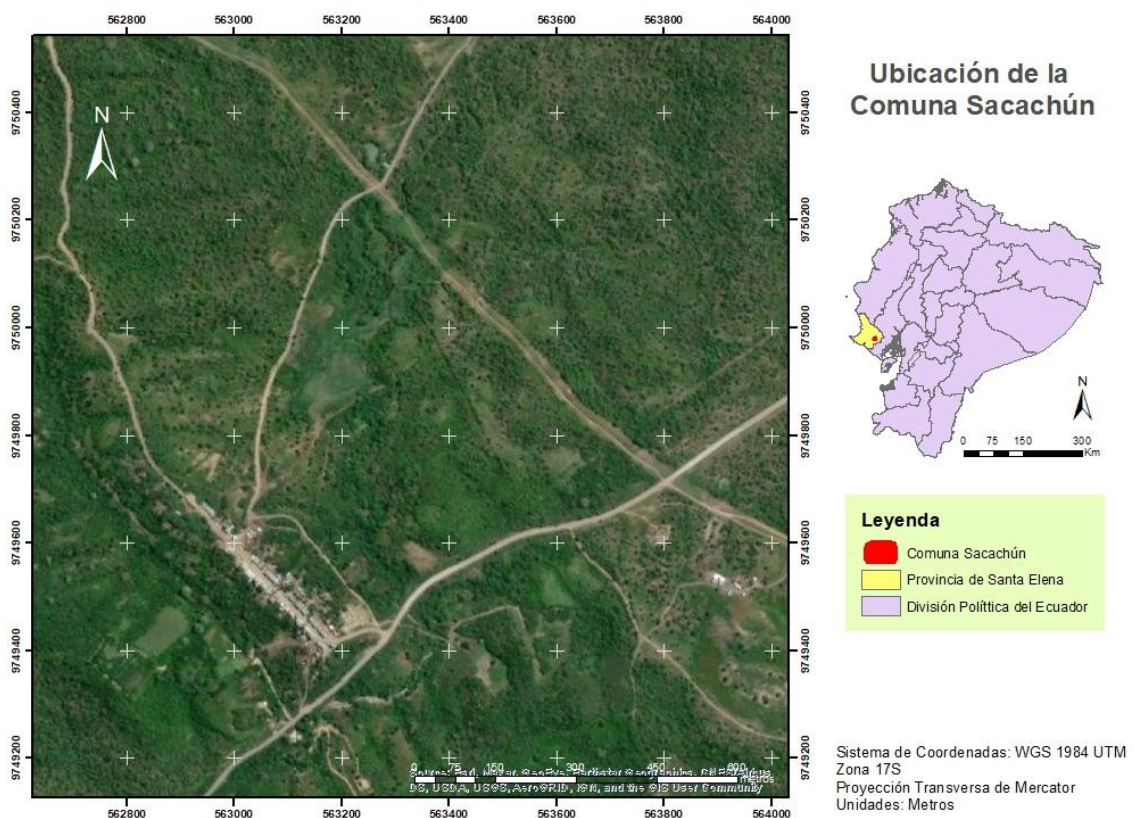


Figura 1.4 Ubicación geográfica de la comuna Sacachún.
Fuente: Novillo R.; Stay, D., ArcGIS (2021)

Es un lugar reconocido por su riqueza cultural, ya que se preservan vestigios arqueológicos correspondientes a la cultura Huancavilca y actualmente es hogar del tótem de San Biritute. La densidad poblacional es relativamente baja, entre residentes y comuneros que habitan en zonas cercanas suman alrededor de 629 habitantes en base a los últimos censos realizados en el país. La economía del sector se basa principalmente en la actividad ganadera caprina y porcina.

1.3 Información básica

1.3.1 Relieve y Clima

En Santa Elena se encuentran variados relieves, entre ellos, destacan la Cordillera Costera Chanduy-Playas, Litorales sedimentario, Medio aluvial y la Cordillera Chongón Colonche. Este último, se lo considera como el más importante y que representa a la provincia. Se encuentra caracterizado por presentar pendientes de 25, 40,70, 100 y 150%, posee cimas agudas y desniveles de 25 a 200 metros. (Empresa pública de obras, bienes y servicios de Santa Elena, 2019)

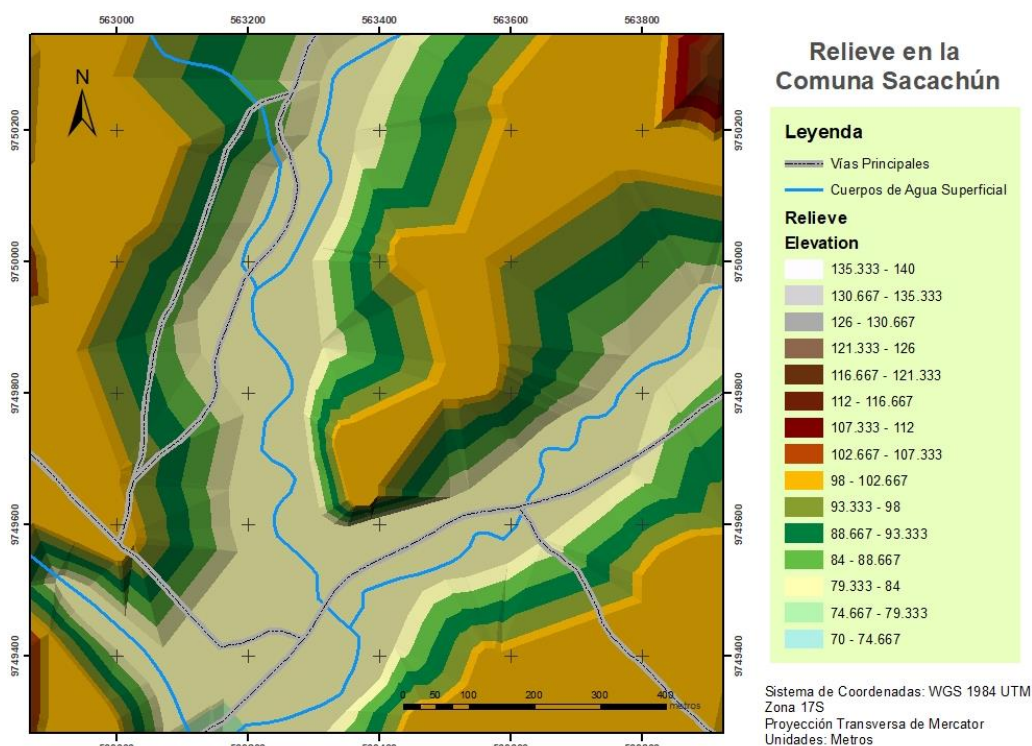


Figura 1.5 Relieve de la zona de estudio (msnm).
Fuente: Novillo R.; Stay, D., ArcGIS (2021)

El cantón se encuentra marcado por dos climas en el transcurso del año, estos denominan las épocas secas y lluviosas que tienen diferentes consecuencias en la comuna Sacachún. Los meses dónde se presentan precipitaciones altas son entre diciembre y abril, la época seca corresponde a los meses entre junio y octubre. La precipitación promedio anual en época lluviosa se estima en 66 mm/año con excepción a los años que se presenta el fenómeno de “El niño”, que produce un aumento en la precipitación promedio, llegando a los 2.800 mm/año.

Santa Elena tiene temperaturas mínimas y máximas que, para el primero oscilan entre 16-24 grados centígrados y para el segundo entre 24-32 grados centígrados. De igual forma, la temperatura del aire promedio anual corresponde a 23.4 grados centígrados y puede variar debido a efectos climáticos como “El niño”, que genera que se eleve y de forma opuesta el efecto de “La niña”, que presenta valores inferiores al promedio. (Empresa pública de obras, bienes y servicios de Santa Elena, 2019)

1.3.2 Flora y fauna

En esta comuna la vegetación tiene una alta heterogeneidad, está clasificada como una región árida y en ciertas zonas posee la denominación semidesértica. Se pueden encontrar varias especies arbóreas como Ceibo, Guachapelí, Niguito, Saman y Neem, sus alturas varían desde 5 hasta 40 metros.

También, la provincia destaca por una gran diversidad de fauna. En la cordillera Colonche se puede encontrar especies como venados, tigrillos, monos del litoral, zorros, murciélagos, gallinazos, etc. Los habitantes de Sacachún se dedican a la agricultura y ganadería como principal fuente de ingresos, destaca el cultivo de ciruelas, cacao, mango y banano. También, la crianza de chivos, cerdos, aves de corral y vacas.



Figura 1.6 Crianza de chivos en la comuna Sacachún.
Fuente: Novillo R.; Stay, D. (2021)

1.3.3 Datos socioeconómicos

Como se mencionó previamente, la principal fuente económica es la agricultura y la ganadería. Es por esto, que en la zona de estudio se puede encontrar gran variedad de animales de corral y cultivo. Debido a que los habitantes no tienen reservorios de agua, en la época seca las dos fuentes de ingreso se ven comprometidos de forma considerable.

Cabe destacar, que a lo largo del tiempo las condiciones climáticas y del suelo han afectado al pueblo, al punto que sus habitantes han tenido que adaptarse cambiando de actividades para poder subsistir. En el museo de San Biritute se menciona que en el siglo pasado una actividad principal era la fabricación de sombreros de paja toquilla, pero por la tala de árboles para obtener carbón y leña, esta actividad se vio frenada.

También, una fuente de ingreso importante pero que se ha visto reducida en los últimos años es el turismo. Sacachún posee varios atractivos turísticos como la plazoleta donde se puede observar el monumento de San Biritute que, de acuerdo a las creencias, podía otorgar fertilidad en las mujeres y lluvia para los cultivos. Otro atractivo es que en la parte inferior de la quebrada se pueden observar los vestigios

huancavilcas localizados en el cerro Las Negras, éstas son figuras de piedra talladas con una altura de casi 1.20 metros y un diámetro de 40 centímetros.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Presentar una propuesta de diseño de una presa colinar de embalse en la comuna Sacachún de la parroquia rural Simón Bolívar en la provincia de Santa Elena mediante un análisis topográfico, hidrológico y geotécnico del sector, con la finalidad de garantizar la disponibilidad del recurso hídrico durante la época seca.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Calcular los caudales representativos de la microcuenca para distintos periodos de retorno en base a datos históricos de precipitaciones obtenidos mediante métodos de interpolación entre las estaciones meteorológicas más cercanas.
2. Definir las características del material que conforma el cuerpo de la presa y estudiar el análisis de los taludes con el fin de garantizar la estabilidad de los mismos.
3. Elaborar planos de detalle y presentar el estudio de impacto ambiental correspondiente, el presupuesto y cronograma de la construcción del proyecto.

1.5 Justificación del problema

Ante la necesidad de los pobladores de la comuna Sacachún de una fuente de agua dulce durante el periodo seco, se plantea desarrollar un estudio de carácter técnico en el terreno al Este de la comuna Sacachún y el diseño de una estructura que permita el almacenamiento del agua proveniente de las precipitaciones durante la época lluviosa, de manera que se garantice tanto la provisión de agua para la comuna, como la estabilidad de la estructura. La propuesta se realiza para su posterior inclusión en el proyecto desarrollado por el PhD. Miguel Ángel Chávez que contempla la construcción de una serie de represas en zonas secas del litoral ecuatoriano.

El presente proyecto beneficiaría a los más de 600 habitantes de Sacachún y las zonas cercanas que, durante la época de estiaje, se abastecen de agua por medio de tanqueros y albarradas construidas alrededor de la comuna. Garantizar el suministro de agua en la zona, además de mejorar la situación actual de la ganadería y agricultura, sería una herramienta valiosa para la potencialización de la comuna en el ámbito turístico, mejorando la calidad de vida de la población.

1.6 Marco teórico

1.6.1 Corrientes Oceánicas en el Ecuador

Los océanos y mares ocupan aproximadamente el 71% de toda la superficie de la tierra, la profundidad promedio se encuentra alrededor de 3.800 metros. Debido a la magnitud de estos valores se generó la duda de cómo afecta los océanos a los habitantes y ecosistema terrestre. (Pourrut & Gómez, 1998) destaca que clima tiene influencias directas con el mundo animal, vegetal y mineral como meteorización de los macizos rocosos, erosión de suelos, asentamientos de poblaciones y animales, distribución geográfica de la flora, etc.

Las corrientes oceánicas también poseen efectos sobre el clima de los países costeros, en el caso de las corrientes frías que bordea las costas del Oeste de Estados Unidos, Chile, Perú, el continente africano y otros, provoca una reducción de la temperatura y precipitaciones. En cambio, las corrientes climáticas tienen los efectos opuestos, es decir aumenta la temperatura y favorece las precipitaciones. (Alonso, 1999)

Las costas de Ecuador colindan con el océano pacífico, la principal característica es que sus corrientes marítimas están catalogadas como una masa de aire tropical. Es decir que poseen temperaturas y humedad elevadas que favorece a las precipitaciones. Se ha podido comprobar que las corrientes oceánicas tienen una relación directa con el clima del ecosistema. La región litoral de nuestro país se ha podido clasificar en 5 clases que dependen de la precipitación, éstas son:

- **Tropical megatérmico semi-árido:** Clima desértico, precipitaciones menores a los 500 mm.
- **Tropical megatérmico seco:** Precipitación en un rango de 500 mm a 1000 mm.
- **Tropical megatérmico semi-húmedo:** Precipitación que fluctúa entre 1000 y 2000 mm.
- **Megatérmico húmedo:** Se localiza en el oeste de la región. Presenta precipitaciones mayores a 2000 mm y menores a 5000 mm.
- **Megatérmico lluvioso:** Precipitaciones pueden llegar a los 6000 mm.

La provincia de Santa Elena se encuentra en la primera clasificación, es decir la que presenta las precipitaciones más bajas y como se mencionó anteriormente con una sola estación de época lluviosa. Otra característica de este régimen hidrológico es que presenta temperaturas promedias mayores a los 23 grados. **(Cartaya Ríos , Zurita, & Montalvo, 2016)**

1.6.2 Cuenca hidrográfica

(Aguirre Núñez, 2011) definió a la cuenca hidrográfica como aquel espacio territorial dónde escurren de forma natural todas las aguas. Estas pueden provenir de precipitaciones, derretimiento de los glaciares, acuíferos, etc. El escurrimiento converge hacia un único punto de descarga que mayormente son cuerpos de agua importantes como lagos, ríos u océanos.

El transporte del agua se origina debido a la diferencia de nivel. (Faustino & Jiménez, 2000) definió las cuencas como un espacio de terreno que se encuentra limitado por las zonas altas de las montañas o laderas. Esto provoca un sistema de drenaje natural de agua superficial que llega a un cuerpo de agua más grande. La geometría y el espacio de la cuenca se encuentra definida por su topografía, estas se expresan empleando las curvas de nivel y los canales naturales.

Las cuencas se pueden clasificar en función de su sistema de drenaje y el punto final dónde llega el agua. Pueden ser:

- **Árreicas:** El drenaje no llega a un cuerpo de agua importante. Predomina la evaporación y la infiltración.
- **Exorreicas:** No poseen drenaje superficial, el escurrimiento es subterráneo.
- **Criptoreicas:** El agua converge a un embalse o lago, pero no llegan al mar.
- **Endorréicas:** El sistema de drenaje culmina en un gran cuerpo como un río o mar.

1.6.3 Embalse

Un reservorio o embalse se le denomina como aquella estructura natural o artificial que permite la acumulación de agua mediante la obstrucción parcial o total de un cauce. El volumen es retenido en un vaso topográfico que este puede haber sido generado por fallas geológicas o intervención del ser humano. (Carmen, 2015) Por consideraciones económicas mayormente los embalses se forman clausurando la boca de un valle utilizando una presa o dique dónde estos pueden ser de material granular o de hormigón armado.

De acuerdo a (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008) los embalses se clasifican de forma horizontal y se dividen en 3 zonas. La zona riberina o cola de embalse es dónde se presentan velocidades bajas del flujo, esto provoca una gran concentración de sedimentos y también se puede encontrar vegetación. La zona de transición o zona media también se presenta sedimentación de material grueso y la ausencia de oxígeno produce anoxia en el material orgánico. Por último, la zona lacustre o zona de presa es la parte más profunda del embalse, aquí disminuye la sedimentación y permite la producción de materia orgánica.

También, los embalses se los pueden clasificar de acuerdo a otras características como su ubicación, su funcionalidad, volumen de acumulación, etc. De acuerdo a la ubicación se pueden encontrar dos tipos de embalses, los que se ubican fuera del

cauce fluvial, denominados laterales, y los que se encuentran en el cauce que son los frontales. Con respecto a su funcionalidad se los pueden clasificar en embalses de acumulación, pondaje y distribución. Los primeros están destinados al almacenamiento de grandes volúmenes de agua, los segundos se los utilizan más en sistemas de suministro de agua y plantas de tratamiento y los pondajes son un valor extra para casos de alta demanda de consumo.

1.6.4 Estructura de retención

Una estructura de retención es aquel elemento que se ha diseñado para poder resistir cargas horizontales. En general se pueden mencionar dos principales estructuras de retención, los muros que se diseñan para resistir cargas producidas por empuje de suelo y las presas que son un elemento esencial en los reservorios.

Un dique se lo puede definir como una pared o taponamiento en un sitio determinado del cauce para poder almacenar agua. Se diseña considerando la presión hidrostática que genera el tirante de agua y también evitar filtraciones mediante los poros del elemento. Pueden construirse empleando roca, grava, madera o de hormigón armado.

Las presas de tierra son las más utilizadas mundialmente, se debe a un conjunto de ventajas como la económica ya que puede construirse con material del sitio y el proceso es mucho más rápido y sencillo. El relleno del dique se conforma con material fino para poder prevenir las infiltraciones. Como consideraciones, en este tipo de dique se debe conocer las características de los materiales y cumplir condiciones como resistencia al corte, alta impermeabilidad, no contener sales, calizas ni material orgánico, etc. (García, 2004)

1.6.5 Presas de tierra

El punto más importante en las presas es la estabilidad, en las que se conforman con material granular se debe considerar varias condiciones como ángulo de inclinación, los

taludes, humedad, etc. Se pueden clasificar en tres tipos: heterogéneas, homogéneas y de pantalla.

- **Heterogéneo:** Poseen un núcleo central impermeable que trabaja como una pared interna que permite prevenir filtraciones y se encuentra cubierto por material más permeable que aporta en la resistencia al corte. Se clasifican de acuerdo al orden de la colocación de los materiales impermeables, pueden ser de núcleo vertical, núcleo inclinado y de pantalla impermeable aguas arriba.
- **Homogéneo:** Está conformado por un solo tipo de material que debe ser capaz de aportar la suficiente impermeabilidad. La arcilla es el más utilizado en este tipo de presas, el material que tiene un diámetro inferior a 0.002 mm se lo compacta para que pueda aportar estabilidad.
- **De pantalla:** El cuerpo se conforma por material permeable y se lo recubre con una pantalla fina de material impermeable para poder impedir las infiltraciones. La pantalla se la realiza con material granular, concreto o material bituminoso.

CAPÍTULO 2

2 DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 Metodología

Para ilustrar el procedimiento efectuado en el desarrollo del presente proyecto, se presenta el plan de trabajo a manera de diagrama de flujo:

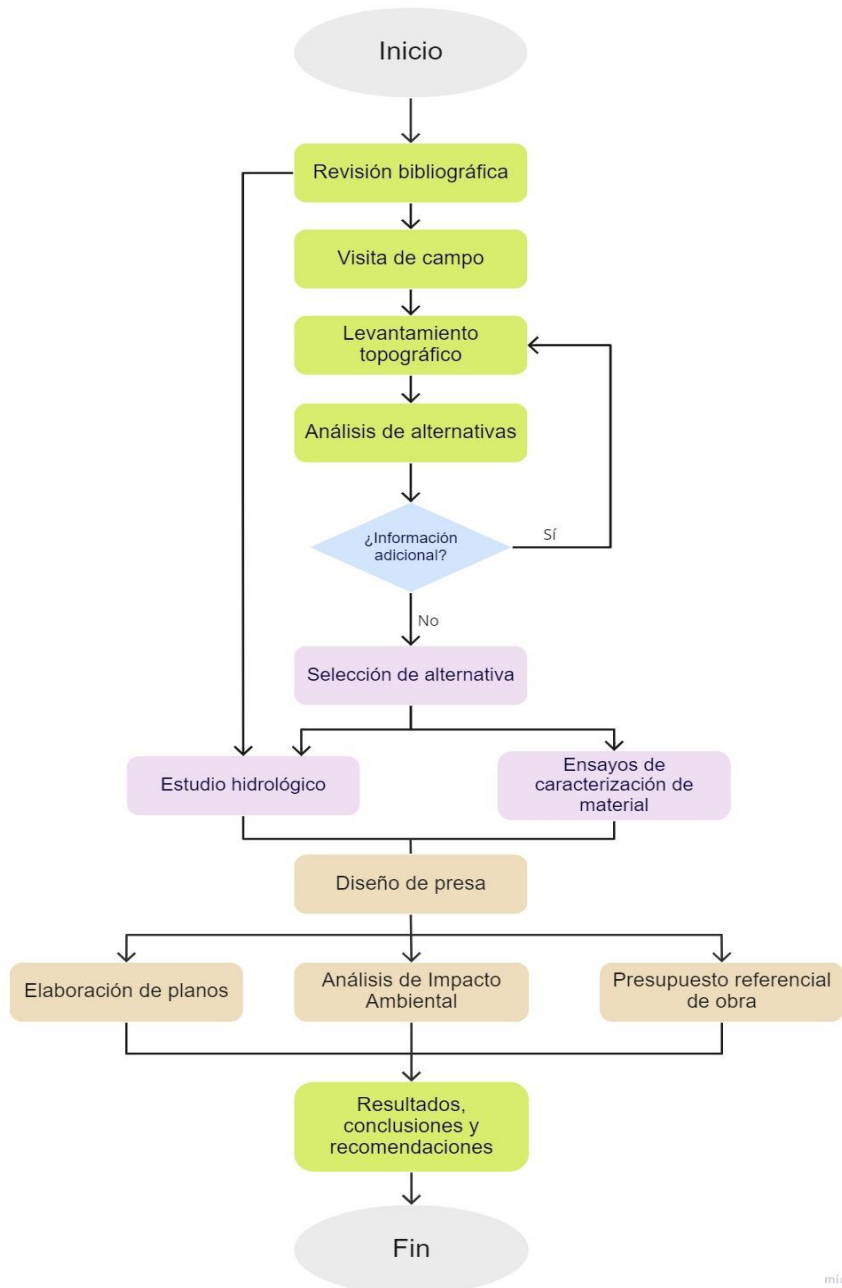


Ilustración 2.1 Diagrama de flujo del plan de trabajo.

Fuente: Novillo R.; Stay, D. (2021)

Se contempla el diseño de una presa colinar en la comuna Sacachún, para lo cual se realiza el levantamiento topográfico, el análisis hidrológico del sitio y el estudio geotécnico, mediante los ensayos de laboratorio de caracterización del material; con el objetivo de definir la ubicación del cierre de la presa y determinar los caudales correspondientes a distintos periodos de retorno. Como resultado, se desarrolla el diseño del cuerpo del terraplén y la estructura del aliviadero, así como los planos de detalle, el estudio de impacto ambiental, análisis de costos y cronograma del proyecto.

2.2 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete

Para poder conocer bien la zona de estudio se tuvo que realizar una amplia investigación en varias ramas de la ingeniería civil. Primero, mediante el software ArcGIS y las cartas topográficas realizadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM) se pudo tener una idea básica de la topografía dónde se ubicaría el embalse. Cabe destacar, que esta cartografía no se encuentra actualizada y es por esto que estos resultados no son viables para realizar un diseño. Junto al PhD. Miguel Ángel Chávez se analizaron los resultados obtenidos para trazar una ruta de trabajo y definir el área en la cual se llevó a cabo el levantamiento topográfico.

En la primera visita, gracias a la organización de la vicepresidenta de la comuna y los habitantes se pudo conocer el área dónde ya existía un reservorio y tener una idea de cómo ocurría el sistema de drenaje. También, se logró observar el dique que colapsó debido a la erosión del suelo. Mediante un GPS diferencial Garmín proporcionado por parte de ESPOL, se pudo obtener la ubicación exacta en el sistema de coordenadas WGS 1984, y las elevaciones.

2.2.1 Levantamiento topográfico

Se efectuaron varios recorridos a lo largo de la zona de estudio entre los meses de abril y mayo de 2021 para la recolección de información topográfica. La primera visita permitió conocer bien el relieve y las opciones dónde se podría ubicar un nuevo dique, a su vez también se conoció las entradas y salidas de agua presentes, ya que existen

dos cuerpos de agua catalogados como intermitentes, que desembocan en el embalse actual, un aliviadero y un desfogue que se generó debido al colapso de la presa antigua.

El levantamiento topográfico se llevó a cabo con un GPS diferencial RTK, el sistema RAP-RTK permite al usuario obtener coordenadas de gran precisión para reflejar las elevaciones presentes en el área de interés.



Figura 2.1 Toma de datos topográficos por medio de GPS diferencial.
Fuente: Novillo R.; Stay, D. (2021)

Por medio del software de Autodesk, AutoCAD Civil 3D, se procesaron los datos topográficos y se obtuvieron las curvas de nivel a cada metro características del área de interés. Es importante mencionar que la extensión del levantamiento se limita debido a la presencia de vías lastradas en la periferia.

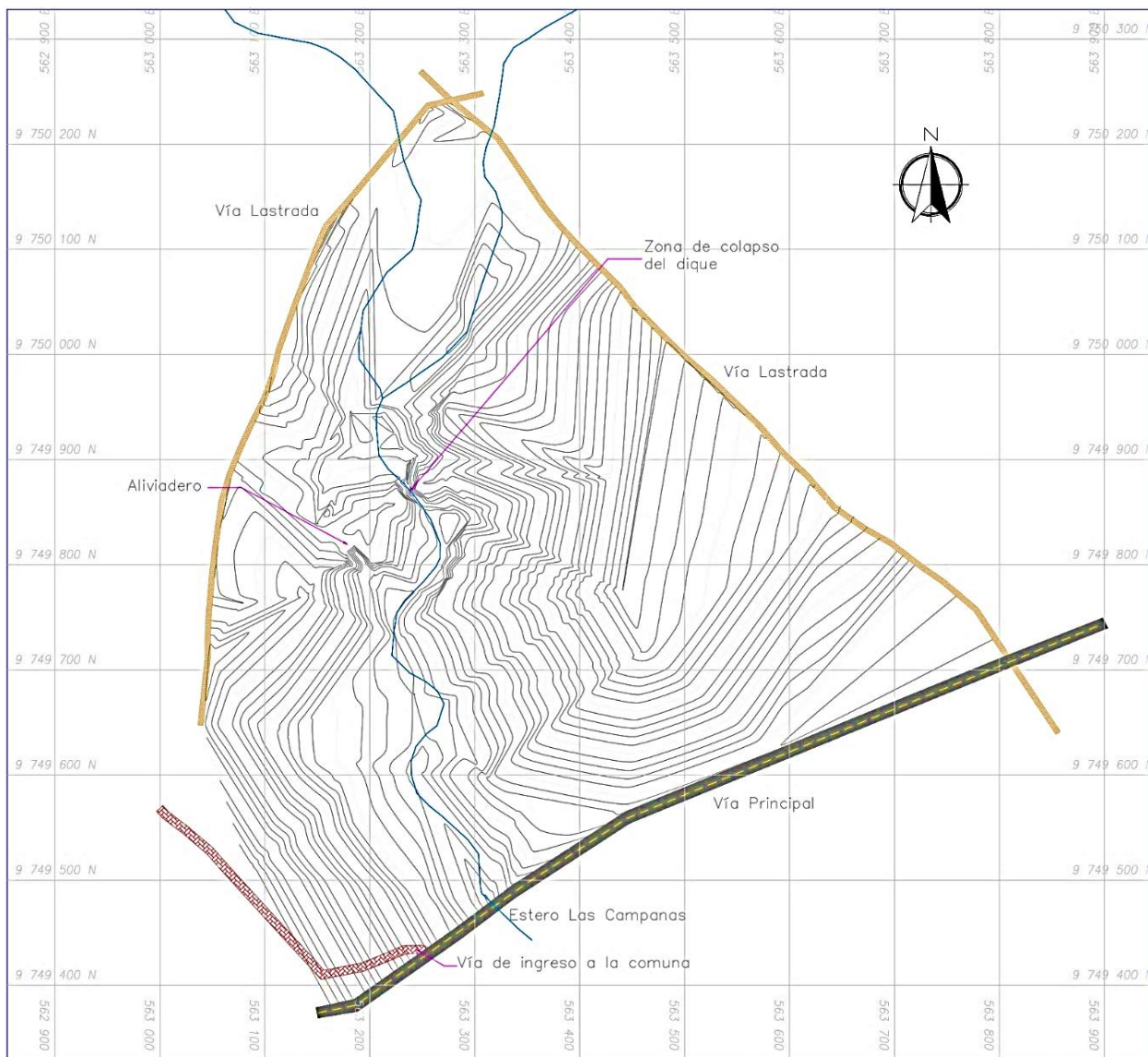


Figura 2.2 Topografía del terreno natural.
Fuente: Novillo R.; Stay, D., AutoCAD Civil 3D (2021)

2.2.2 Estudios geotécnicos

Tras realizar el levantamiento topográfico del sector se determinaron puntos estratégicos para la recolección de muestras de suelo, las mismas que fueron extraídas a una profundidad de un metro, a excepción de la muestra correspondiente al material importado del relleno existente en el sector, ya que prácticamente se pudo apreciar el perfil estratigráfico característico y se extrajo una muestra a profundidad mayor.

Tabla 2.1 Muestras de suelo significativas recolectadas

Muestras recolectadas			
No. Muestra	1	2	3
Descripción	Material de relleno existente	Zona de embalse actual	Cauce de Estero Las Campanas

Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021



Figura 2.3 Detalle de material de relleno existente.

Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

Se prestó especial atención al material disponible en sitio debido a la propuesta de utilizarlo para conformar el dique correspondiente al presente diseño, logrando así un ahorro sustancial en material y la transportación del mismo. Los resultados de laboratorio son imprescindibles para determinar la viabilidad de tal opción.

Tabla 2.2 Ensayos geotécnicos desarrollados.

Ensayo de Laboratorio	Norma de Referencia
<i>Análisis Granulométrico (Pasante del Tamiz No. 200)</i>	ASTM D 1140
<i>Límites de Atterberg</i>	ASTM D 4318-10

<i>Peso Volumétrico Seco (Proctor Modificado)</i>	ASTM D 1557-02 AASHTO T-180
<i>Permeabilidad</i>	ASTM D 2434 AASHTO T-215
<i>Corte Directo</i>	ASTM D 3080
<i>Compresión Triaxial</i>	ASTM D 2850-95 AASHTO T 296-94

Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

Para la realización de los ensayos en el Laboratorio de Geotecnia y Construcción de la FICT, fue necesaria la preparación de las muestras recolectadas, las mismas se tendieron al sol el tiempo suficiente para secar el material y posteriormente cuartearlo.



Figura 2.4 Preparación de muestras a ensayar.
Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

2.2.3 Análisis granulométrico

La textura del suelo es una de las propiedades más importantes que se debe conocer, se la considera permanente ya que no cambia a menos que ocurran sucesos externos como laboreo o erosión. Es indispensable obtener la granulometría ya que es el parámetro que mejor caracteriza al suelo considerando un análisis físico. Otras características importantes como permeabilidad, consistencia, retención hídrica,

capacidad estructural, etc., dependen de si el material se lo clasifica como grueso o fino. (Gabriels & Lobo, 2006)

Se elaboró el análisis granulométrico mediante lavado, en base al porcentaje de finos presente en la muestra significativa que pasa del tamiz No. 200, en base a lo cual se determina el método apropiado para clasificar a la muestra de suelo mediante los parámetros de la SUCS.

2.2.4 Límites de Atterberg

También conocidos como límites de consistencia, trabajan bajo el principio de que los suelos finos pueden encontrarse en diferentes estados dependiendo de su entorno y la cantidad de agua que posean. Los límites permiten clasificar el suelo en estado sólido, plástico o líquido.

Así como el análisis granulométrico es un ensayo que permite identificar la muestra de suelo, la diferencia es que mientras el primero permite conocer la magnitud del material grueso y fino, éste permite conocer la calidad de los finos. Destacan dos valores que son el índice de plasticidad, que permite conocer el intervalo de humedad en el cual el suelo mostrará un comportamiento plástico, y el límite líquido que indica la aproximación de la muestra al límite líquido.



Figura 2.5 Realización del ensayo de límite líquido y límite plástico.
Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

2.2.5 Proctor Modificado

En estructuras que están compuestas por suelo se debe tener presente las siguientes consideraciones: en general son empleadas como relleno y deben presentar deformaciones muy bajas para así evitar fallas estructurales o de servicio. La compactación del suelo genera un aumento en la densidad del material y esto conlleva a una serie de beneficios en sus propiedades como un aumento en la resistencia al corte, mientras que la permeabilidad y compresibilidad disminuyen, también impiden el asentamiento diferencial. El ensayo Proctor modificado permite determinar la relación entre la densidad seca y la humedad para una energía de compactación establecida. Con esto, se puede definir la humedad óptima a la cual se encontrará la densidad seca máxima del material ensayado. (López, 2020)



Figura 2.6 Preparación de material y realización de ensayo Proctor modificado.
Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

2.2.6 Ensayo de Permeabilidad

El ensayo de permeabilidad permite conocer el coeficiente de permeabilidad, k , de una muestra de suelo. El desarrollo del ensayo dependerá de la naturaleza de la muestra, ya que generalmente se emplea el método de carga variable para suelos con alto contenido de material fino, sea este arcilla o limo, o, para materiales granulares con presencia de finos y que resulten poco permeables. Se realiza mediante la medición controlada de la diferencia del nivel de agua presente en el tubo alimentador del permeámetro. (Alfaro & Mora, 2014)

Se presentó un caso especial al momento de determinar la permeabilidad de la muestra No. 1, ya que, debido al alto contenido de material fino establecido en el ensayo de granulometría por lavado, la muestra no llegó a saturarse para dar comienzo al ensayo y por tal motivo no se logró desarrollar el ensayo de permeabilidad. Para obtener el resultado, se seleccionó un valor pequeño de permeabilidad característico del rango de las arcillas, sustentado en lo descrito anteriormente.



Figura 2.7 Realización de ensayo de Permeabilidad
Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

2.2.7 Corte Directo

Permite conocer la envolvente de rotura de Mohr-Coulomb y así determinar el ángulo de fricción y la cohesión de una muestra de suelo expuesta a una carga normal establecida, ejerciendo un esfuerzo de corte a lo largo de un plano predeterminado hasta lograr la rotura de la muestra ensayada. (Rubinos, 2008)



Figura 2.8 Muestra ensayada de Corte Directo
Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

2.2.8 Compresión Triaxial

En la ingeniería geotécnica el esfuerzo cortante del suelo es la propiedad más importante ya que se encuentra asociado a todas las estructuras de cimentaciones tanto superficiales o profundas. También, se destaca su función en otros elementos como taludes o muros de retención. Se lo ha definido como la capacidad última que posee una masa de suelo por unidad de área para soportar la falla al deslizamiento a lo largo de cualquier plano interno.

La compresión triaxial es uno de los métodos más utilizados gracias a su facilidad y gran precisión en los resultados. En este ensayo se puede conocer las presiones que actúan en las 3 direcciones de la muestra obteniendo así un estudio completo de las características mecánicas. (Salas, 2011)



Figura 2.9 Muestra ensayada por Compresión Triaxial
Fuente: Novillo R.; Stay, D., 2021

2.3 Análisis de Alternativas

Para el presente proyecto, inicialmente se propusieron tres alternativas referentes al lugar de cierre de presa y al material conformante del dique diseñado, para ser analizadas y escoger la opción más viable en relación a la economía y el entorno. Las cantidades especificadas se obtuvieron en base al uso del software AutoCAD Civil 3D:

Primera alternativa. Reposición del dique.

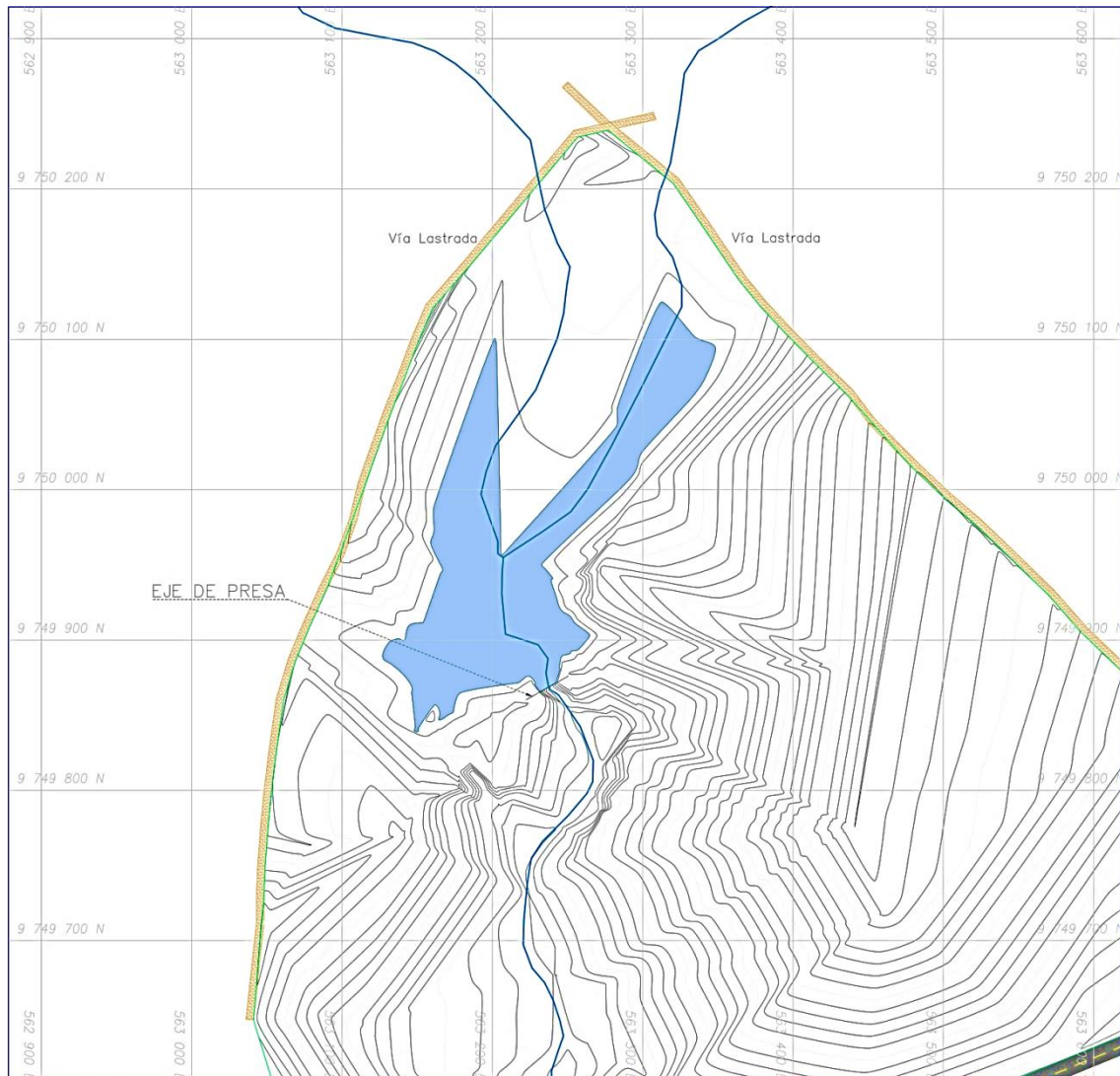


Figura 2.10 Zona de embalse correspondiente a la alternativa 1.
Fuente: Novillo, R; Stay, D, AutoCAD Civil 3D (2021)

Esta alternativa consiste en construir el dique en el mismo lugar dónde colapsó el anterior, construido por el municipio de Santa Elena. Los moradores indicaron que debido a la erosión y a que el diseño no era el apropiado, el mismo colapsó. Se debe considerar que primero se tendría que realizar un desalojo de los materiales que no han sido compactados o no cumplen con los requisitos geotécnicos, valores obtenidos tras los ensayos.

Cabe recalcar, que este dique ha colapsado anteriormente y, debido a la erosión las condiciones podrían no ser las ideales. Utilizando las curvas de nivel obtenidas se define que la cota máxima que podría alcanzar el agua sería de 73 m.s.n.m., representando un área de 19 271.6 m² y el embalse resultante tendría capacidad para almacenar 36 793.3 m³.

Segunda alternativa. Dique ubicado 100 m. aguas arriba.



Figura 2.11 Zona de embalse correspondiente a la alternativa 2.
Fuente: Novillo, R; Stay, D, AutoCAD (2021)

Esta alternativa se la consideró antes de haber realizado el levantamiento topográfico y sin el conocimiento de la presencia de una vía lastrada orientada al Sudeste, a lo largo de la cual circula el gasoducto en tierra Monteverde – Chorrillo, el mismo que conforma un límite de borde, ya que se contempla no invadir las zonas ocupadas por vías de acceso y otros elementos importantes.

En esta opción, el eje de presa se encuentra 100 m. aguas arriba del dique actual, el área del embalse disminuye de forma notoria, resultando en 5 759.6 m² y se generaría un menor volumen de agua retenida, equivalente a 7 366.9 m³. Adicionalmente, también se tendría la necesidad de un aliviadero más grande ya que la capacidad de regulación sería muy baja.

Tercera alternativa. Dique ubicado 300 m. aguas abajo.



Figura 2.12 Zona de embalse correspondiente a la alternativa 3.
Fuente: Novillo, R; Stay, D, AutoCAD (2021)

Esta opción posee la mayor capacidad de almacenamiento con un total de 287 522.3 m³, ya que, gracias a la ubicación del eje de la presa, el área del embalse aumentaría de forma considerable alcanzando una extensión de 76 805.2 m². Se destaca que, al contemplar esta alternativa, se puede aprovechar el material existente en el terreno para conformar el cuerpo del dique en caso de cumplir con los requerimientos técnicos, y, a la vez, aumentar el volumen retenido.

2.3.1 Selección de la alternativa más óptima

En base a los valores del área del embalse y a la capacidad del mismo, según cada propuesta presentada, se opta por desarrollar el diseño de la Alternativa 3, en la cual el eje de la presa se sitúa 300 m. aguas abajo en relación a la ubicación actual del mismo, extendiendo el área de embalse a lo largo del cauce del Estero Las Campanas.



Figura 2.13 Zona del embalse actual.
Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)



Figura 2.14 Cauce del estero Las Campanas.
Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

2.3.2 Restricciones de la opción seleccionada

La extensión del embalse seleccionado se ve restringida por la presencia de las vías lastradas a su alrededor, y como se menciona anteriormente, a la existencia de un gasoducto que circula a lo largo de una de dichas vías. Además, el proyecto se ve restringido debido a la cercanía de las viviendas que se encuentran al lado derecho de la vía adoquinada de ingreso a la comuna.

Debido a que la altura máxima de la presa sería de alrededor de 11 metros según la alternativa seleccionada, se contempla la viabilidad de realizar una presa de tierra en lugar de una de hormigón o gaviones. En cuanto al material conformante del dique a diseñarse, se procura aprovechar al máximo el relleno existente en el sitio en base a los resultados de los ensayos de laboratorio realizados, con la finalidad de abaratar costos en suministro de materiales y transporte.

Con respecto a los requerimientos del diseño, se debe proporcionar el dimensionamiento de una estructura de aliviadero que contemple la erosión a producirse en el material una vez que el embalse alcance su capacidad máxima.

2.4 Estudio hidrológico

2.4.1 Recopilación y análisis de datos

Para poder realizar el estudio hidrológico de la zona de estudio, primero se tuvo que conocer las condiciones del suelo y el relieve topográfico de dónde se ubicará el embalse. Para esto primero se realizó un levantamiento de la topografía utilizando un GPS diferencial y junto a los programas AutoCAD Civil 3D se obtuvo las curvas de nivel. También, se utilizó ArcGIS como sistema de información geográfica y junto a la información otorgada por el IGM se obtuvo una mejor comprensión de los cultivos, pendientes y la ubicación de las estaciones meteorológicas.

Con la información sobre las cuencas hidrográficas del país y con el levantamiento topográfico se determinó que Sacachún está influenciado por la cuenca del Río Zapotal, obteniendo así nuestra cuenca de estudio.

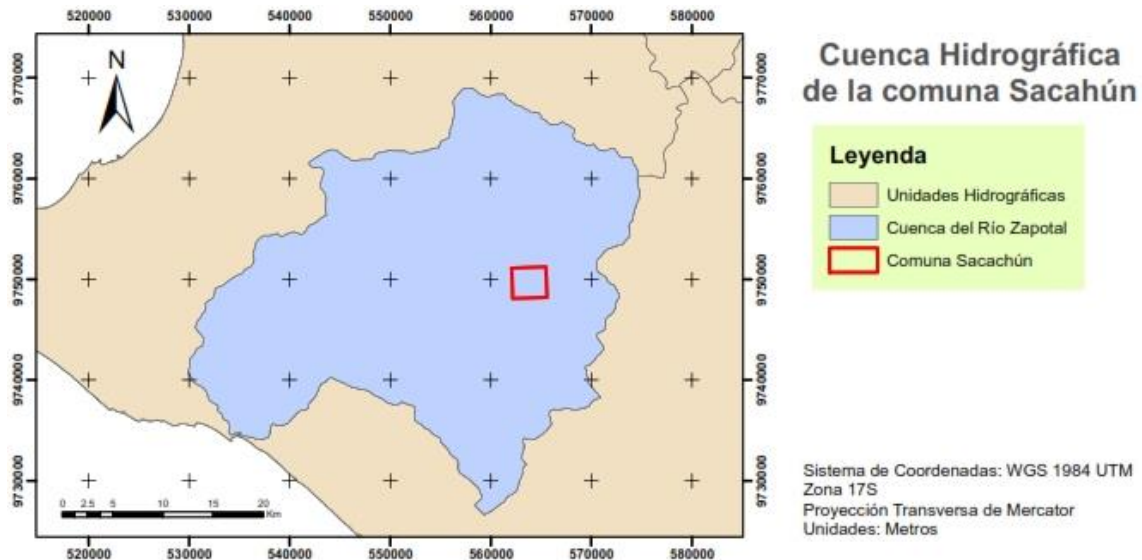


Figura 2.15 Ubicación de la comuna Sacachún en el Mapa de Unidades Hidrográficas
Fuente: Novillo, R; Stay, D, ArcGIS (2021)

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología es aquella entidad que ha recopilado información sobre diferentes zonas del país, en los anuarios meteorológicos se obtuvo los datos de precipitaciones promedio mensual y la máxima dentro de un período de años que corresponde desde el 1995 a 2013 para aproximar el caudal de diseño y así conocer la cantidad de agua que se podría captar.

En la zona de estudio no se encuentra ninguna estación que nos haya permitido obtener los datos pluviométricos, es por eso que gracias al programa ArcGIS se determinó cuáles son las estaciones más cercanas con suficientes datos para desarrollar el estudio hidrológico. Esto se realizó basándose que el clima en la provincia de Santa Elena se mantiene igual en toda su área y que la cordillera Colonche es la que predomina. Es decir, las características de Sacachún se mantienen donde se ubican las estaciones.

Una vez recopilado toda la información correspondiente a las precipitaciones, y haber analizado los datos se tuvo que definir la subcuenca hidrográfica para así obtener las características geométricas que nos permitieron obtener el caudal de diseño. En Ecuador un problema principal es que la información de las precipitaciones en su mayoría está incompleta, es por esto que se procedió a trabajar con 4 estaciones con información suficiente para poder utilizar métodos de interpolación y así aproximar al valor más real.

Las estaciones más cercanas y que poseen la mayor cantidad de datos son: M779 Los ceibitos, M775 Limoncito, M780 Colonche y M783 Salanguillo, utilizando 19 años hidrológicos correspondientes desde 1995 al 2013.

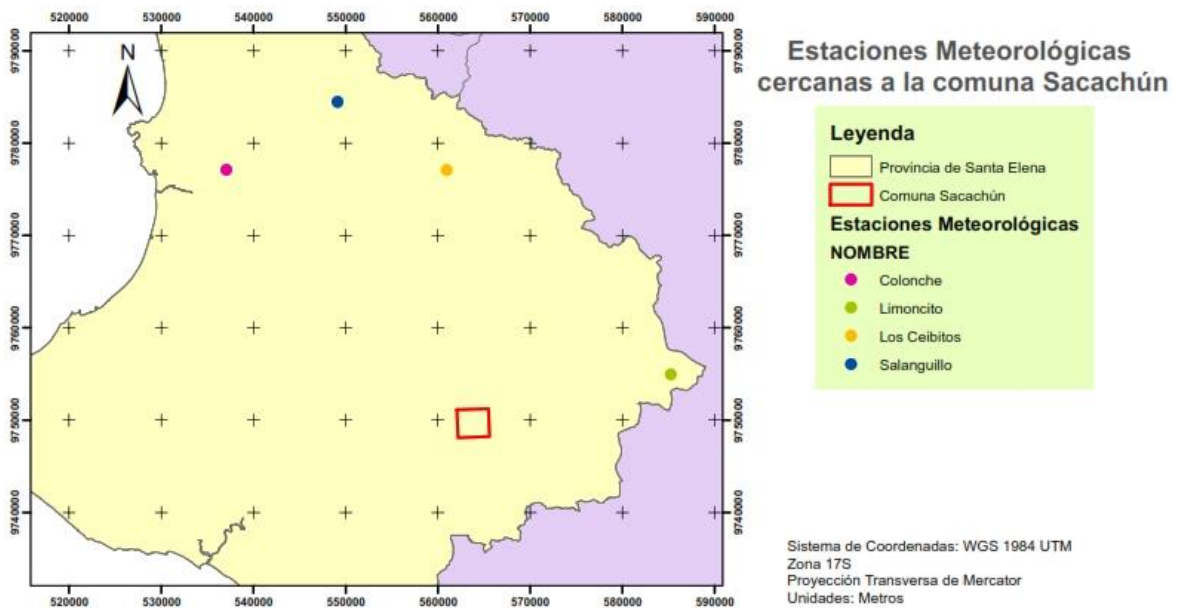


Figura 2.16 Estaciones Meteorológicas cercanas a la comuna Sacachún
Fuente: Novillo, R; Stay, D, ArcGIS (2021)

En el diseño del dique y aliviadero se debe determinar la precipitación máxima de diseño para el período de retorno definido, como se mencionó anteriormente estos datos se obtienen mediante el uso de estaciones meteorológicas dónde recopilan esta información. Como no hay una estación ubicada en Sacachún, se utilizó estaciones cercanas dónde sus características se asemejen a la zona de estudio.

CAPÍTULO 3

3 DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

Tras la caracterización de las muestras de suelo recolectadas detallada en el Apéndice A de los Anexos, se obtuvo la información necesaria para determinar las consideraciones de diseño del dique a ser conformado por el material de relleno existente en el cierre del embalse actual:

Tabla 3.1 Resultados de Ensayos de Suelos

			Material de Dique	Zona de Embalse	Cauce de Estero
Porcentaje de finos		[%]	70.09	78.25	24.08
Ensayos de	LL	[%]	36.78	40.21	53.47
Plasticidad	LP	[%]	18.68	20.54	24.75
	IP	[%]	18.1	19.67	28.72
Categorización SUCS			CL	CL	SC
Humedad Óptima		[%]	13.6	6.2	9.45
Peso Volumétrico Seco		[Kg/m ³]	1843.7	1845.6	2011.4
Coefficiente de Permeabilidad		[cm/s]	1.0 E-09	-	1.33 E-06
Ángulo de Fricción Interna		[°]	0	-	32.46
Cohesión		[Kpa]	15.66	-	0

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

3.1 Definición de tipo de presa

Debido a la naturaleza del material disponible en sitio, clasificado como suelo arcilloso de baja plasticidad, con permeabilidad menor al 1×10^{-6} , cuyo peso volumétrico seco es mayor a 1600 Kg/m^3 y un valor superior a 15 de índice plástico, ubicándolo sobre la Línea A en la Carta de Plasticidad de Casagrande; se propone el diseño de una presa de tipo homogénea.

Además, en base a las propiedades del suelo presente en la actual zona de embalse, se determina que el material podría ser de provecho en caso de requerir mayor cantidad para conformar la estructura de retención y su cimentación. Junto a la caracterización de la muestra de suelo a lo largo del cauce del estero, donde se asentará la presa de tierra, se realiza el análisis de estabilidad correspondiente a distintas propuestas de diseño.

Como parte del desarrollo del presente proyecto se incluye el diseño de la estructura de control, un aliviadero para conducir de manera gradual el agua que supere la cota máxima esperada del embalse. Se propone que las paredes del canal sean conformadas por el material compactado disponible en el área de implantación.

3.2 Diseño geométrico de la presa y Análisis de estabilidad

3.2.1 Prediseño

Para el prediseño, se contempló la conformación de un dique sin bermas y en base al United States Bureau of Reclamation (USBR) para presas pequeñas, se estimó el ancho mínimo de la corona mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{z}{5} + 3$$

Donde w es ancho de corona medido en metros y z es la altura de la presa medida en metros en la parte más baja del cauce

$$w = \frac{10}{5} + 3$$

$$w = 5 \text{ m}$$

El talud recomendado para presas homogéneas según el USBR depende del propósito de la estructura y el material que la conforma, es así que se define el talud con relación 2:1 aguas arriba y 2 ½:1 aguas abajo, debido a que el desembalse se logrará mediante un canal de aliviadero:

Tabla 3.2 Taludes Recomendados para Presas de Tierra Homogéneas

Tipo	Caso	Propósito	Sujeta a Desembalse Rápido	Clasificación de suelos	Talud aguas arriba	Talud aguas abajo
Homogénea u Homogénea Modificada	A	Regulación o almacenamiento	No	GW, GP, SW, SP	Permeable, no adecuado	
				GC, GM, SC, SM	2 ½ : 1	2 : 1
				CL, ML	2 : 1	2 ½ : 1
				CH, MH	3 ½ : 1	2 ½ : 1
Homogénea u Homogénea Modificada	B	Almacenamiento	Si	GW, GP, SW, SP	Permeable, no adecuado	
				GC, GM, SC, SM	3 : 1	2 : 1
				CL, ML	3 ½ : 1	2 ½ : 1
				CH, MH	4 : 1	2 ½ : 1

Fuente: United States Bureau of Reclamation

El borde libre se define como la distancia existente entre la cota de la corona del dique y la cota del espejo de agua, se toma el valor de 1 metro en base a la distancia menor a 1.6 Km con la que el viento puede actuar sobre una masa de agua ("Fetch") descrita en la publicación Presas de Corrección de Torrentes y Retención de Sedimentos (Suárez, 1993), resultando en 74 m.s.n.m.

Tabla 3.3 Distancias de Borde Libre para Presas de Tierra

Fetch [Km]	Borde libre mínimo [m]
< 1.6	0.9
1.6 – 3.9	1.2
4.0 – 7.9	1.5
8.0 – 15.9	1.8
≥ 16.0	2.1

Fuente: Suárez, L. (1993)

Posteriormente, se hizo uso del software GEO5 desarrollado por la empresa española Fine Software para determinar la estabilidad del prediseño, obteniendo el Análisis 1 para determinar la superficie de deslizamiento crítico mediante el método de Bishop o de las dovelas (Figura 3.1), y el Análisis 2 de la superficie crítica obtenida de forma preliminar mediante los métodos de Fellenius/ Petterson, Spencer, Janbu y Mrgenstern-Price (Figura 3.2); como resultado se verifica que el Factor de Seguridad (FS) correspondiente a la superficie de deslizamiento crítica señalada entre los puntos 1 y 2 de la Figura 3.3 es de 0.65, inferior a la recomendación de 1.50 para presas de tierra (Juarez & Rico, 1996).

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x =	18.37 [m]	Ángulos :
	z =	92.52 [m]	
Radio :	R =	29.51 [m]	$\alpha_2 =$ 19.01 [°]
La superficie de deslizamiento después de la optimización.			

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 874.15$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 564.46$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 25796.20$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 16657.15$ kNm/m

Factor de seguridad = $0.65 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 3.1 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Prediseño

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

Análisis 2

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x =	18.37 [m]	Ángulos :
	z =	92.52 [m]	
Radio :	R =	29.51 [m]	$\alpha_2 =$ 19.01 [°]
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.			

Verificación de estabilidad de taludes (todos los métodos)

Bishop : FS = $0.65 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Fellenius / Petterson : FS = $0.65 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Spencer : FS = $0.65 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Janbu : FS = $0.65 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Morgenstern-Price : FS = $0.65 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Figura 3.2 Verificación de estabilidad de taludes: Prediseño

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

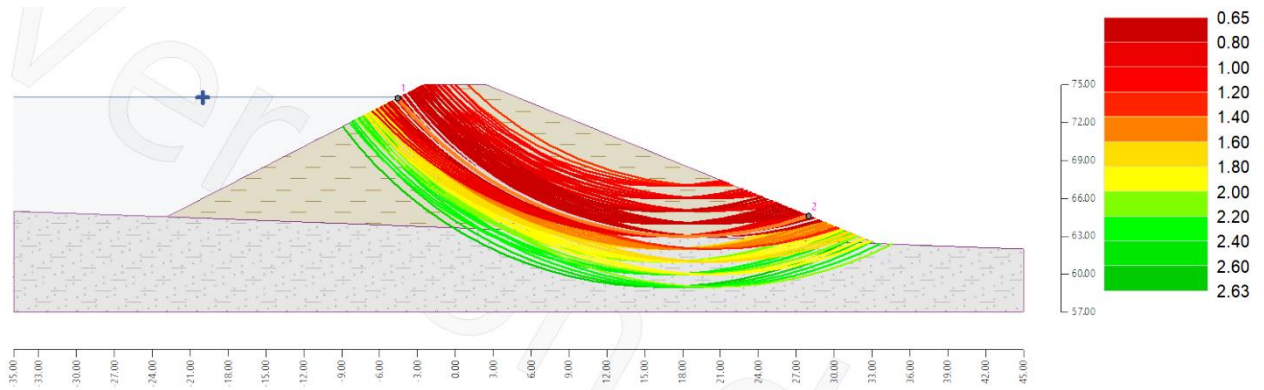


Figura 3.3 Análisis de estabilidad: Prediseño
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

Con respecto al análisis de estabilidad, resulta imprescindible considerar el efecto de la carga sísmica debido a la ubicación geográfica del país y en concreto, de la provincia de Santa Elena, que forma parte de la Zona VI, catalogada como la zona de mayor peligro sísmico en el país, con una aceleración sísmica o factor Z igual o superior a 0.5.

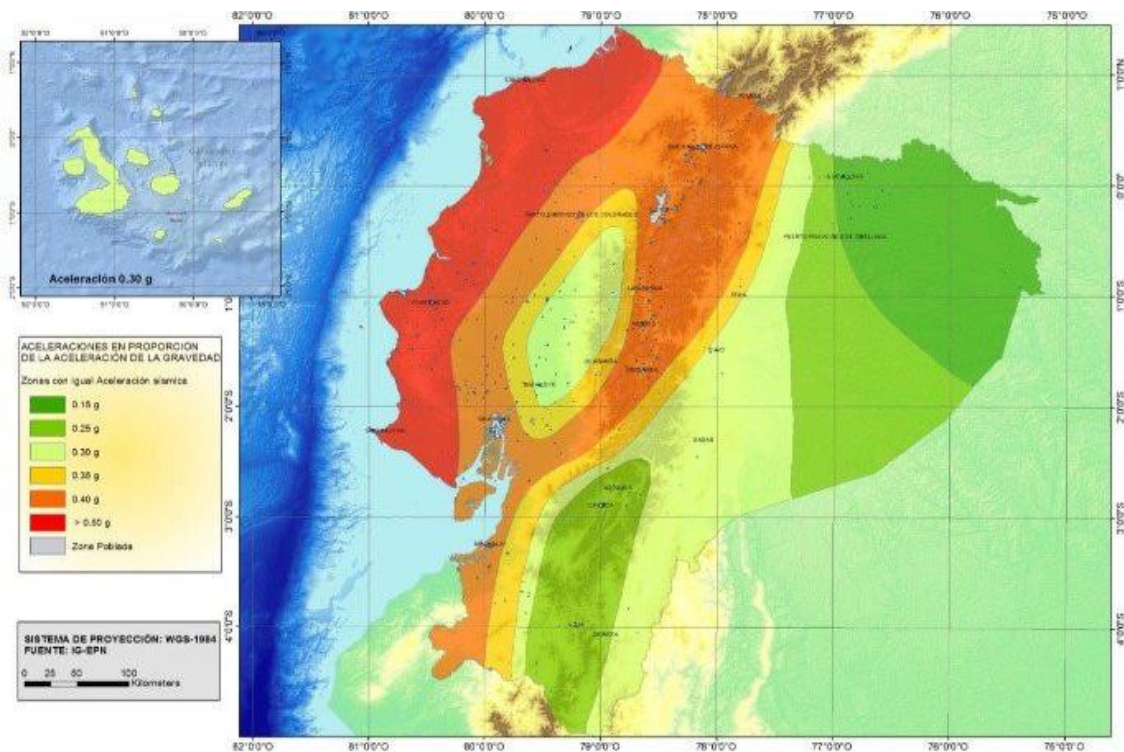


Figura 3.4 Mapa de Zonificación Sísmica del Ecuador
Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción

Para la consideración de carga sísmica en el análisis, se necesita determinar la aceleración sísmica Z y los coeficientes sísmicos horizontal y vertical, k_h y k_v , respectivamente. La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) propone una expresión para cuantificar k_h en base al factor Z de zona sísmica y el coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto, F_a , el mismo que depende del tipo de perfil del subsuelo. Se considera que el subsuelo se conforma por una roca blanda correspondiente al tipo de perfil C.

Tabla 3.4 Tipo de suelo y factores de sitio F_a

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción

$$k_h = 0.6 * \frac{a_{max}}{g}$$

$$a_{max} = Z * F_a$$

$$Z = 0.5$$

$$F_a = 1.18$$

$$k_h = 0.036$$

En cuanto al coeficiente sísmico vertical, este se considera nulo cuando no se trata de un elemento en voladizo.

$$k_h = 0.00$$

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	18.42 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-50.72 [°]
	z =	92.75 [m]		$\alpha_2 =$	18.83 [°]
Radio :	R =	29.74 [m]			
La superficie de deslizamiento después de la optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 968.59$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 565.31$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 28805.81$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 16812.17$ kNm/m

Factor de seguridad = $0.58 < 1.50$

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 3.5 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Prediseño con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

Análisis 2

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	18.37 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-50.99 [°]
	z =	92.52 [m]		$\alpha_2 =$	19.01 [°]
Radio :	R =	29.51 [m]			
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (todos los métodos)

Bishop : FS = $0.58 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Fellenius / Petterson : FS = $0.58 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Spencer : FS = $0.58 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Janbu : FS = $0.58 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Morgenstern-Price : FS = $0.58 < 1.50$ **NO ACEPTABLE**

Figura 3.6 Verificación de estabilidad de taludes: Prediseño con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

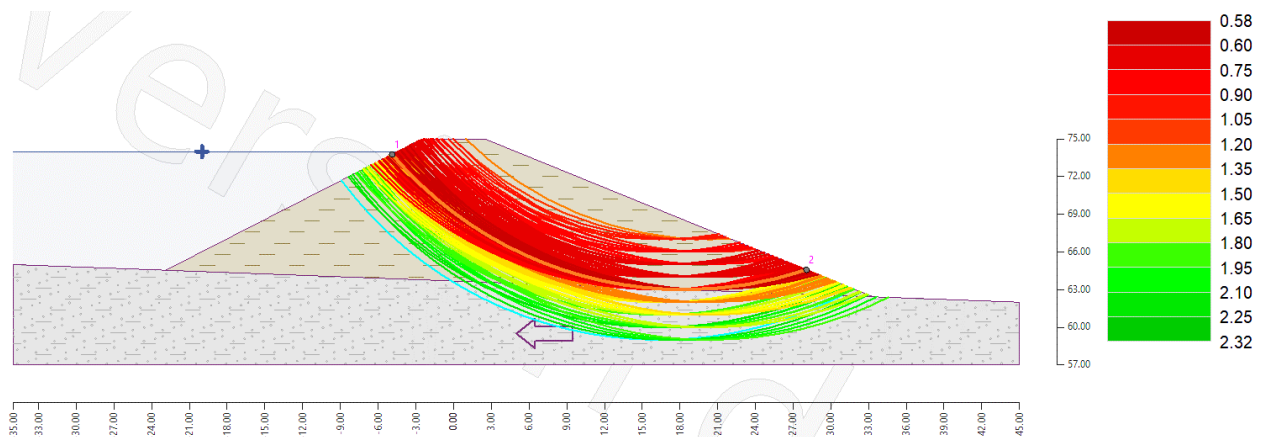


Figura 3.7 Análisis de estabilidad: Prediseño con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

Dado que el prediseño no logró satisfacer la condición de generar un F.S. superior a 1.5 en su superficie de deslizamiento crítica, se necesita realizar modificaciones en el diseño y verificar el análisis mediante el procedimiento descrito incluyendo la inclusión del análisis sísmico, simbolizado en la Figura 3.7 con una flecha horizontal orientada a la izquierda.

3.2.2 Propuesta de Diseño: Berma aguas abajo

Entre los cambios generados para definir el diseño de la presa, se consideró la inclusión de una berma o plataforma de 15 metros de ancho aguas debajo de la parte principal del dique, para proporcionarle estabilidad a la estructura. Al mismo tiempo, se redujo el ancho de corona a 4 metros y se unificó la proporción de los taludes en 2:1.

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	10.53 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-62.04 [°]
	z =	81.67 [m]		$\alpha_2 =$	23.00 [°]
Radio :	R =	14.85 [m]			
La superficie de deslizamiento después de la optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 433.44$ kN/m

Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 570.32$ kN/m

Momento de deslizamiento : $M_a = 6436.57$ kNm/m

Momento estabilizador : $M_p = 8469.24$ kNm/m

Factor de seguridad = 1.32 < 1.50

Estabilidad del talud NO ACEPTABLE

Figura 3.8 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Berma aguas abajo con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

Análisis 2

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	10.53 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-62.04 [°]
	z =	81.67 [m]		$\alpha_2 =$	23.00 [°]
Radio :	R =	14.85 [m]			
Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.					

Verificación de estabilidad de taludes (todos los métodos)

Bishop : FS = 1.32 < 1.50 **NO ACEPTABLE**

Fellenius / Petterson : FS = 1.26 < 1.50 **NO ACEPTABLE**

Spencer : FS = 1.31 < 1.50 **NO ACEPTABLE**

Janbu : FS = 1.31 < 1.50 **NO ACEPTABLE**

Morgenstern-Price : FS = 1.31 < 1.50 **NO ACEPTABLE**

Figura 3.9 Verificación de estabilidad de taludes: Berma aguas abajo con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

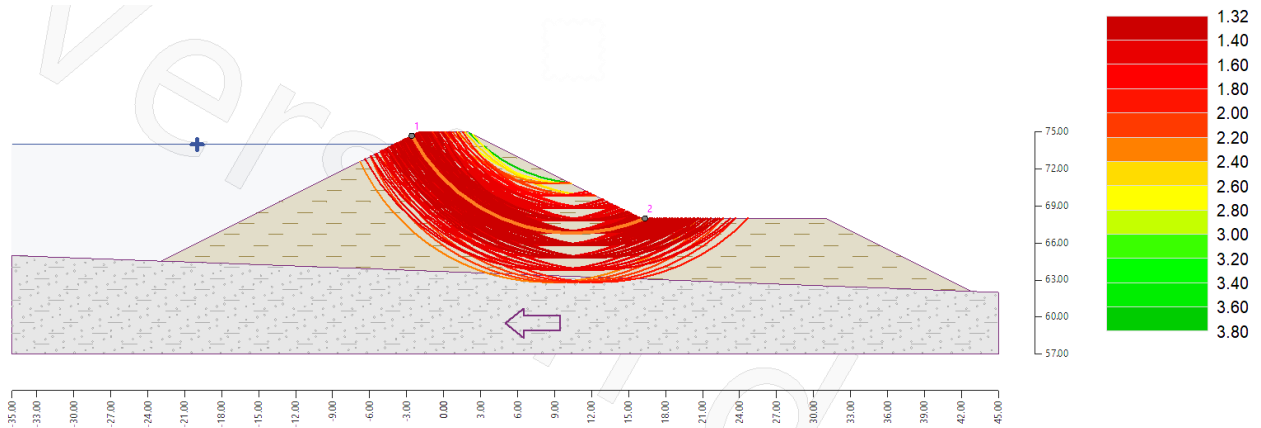


Figura 3.10 Análisis de estabilidad: Berma aguas abajo con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

3.2.3 Propuesta de Diseño: Berma aguas arriba y aguas abajo

Debido a que el análisis anterior no superó el FS aceptable de 1.50, además de la berma aguas abajo, se incluyó una berma aguas arriba de 10 metros de ancho, manteniendo la proporción de los taludes 2:1.

Análisis 1

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento			
Centro :	x =	42.75 [m]	Ángulos :
	z =	171.88 [m]	
Radio :	R =	109.81 [m]	$\alpha_2 =$ 0.18 [°]
La superficie de deslizamiento después de la optimización.			

Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)

Suma de fuerzas activas : $F_a = 826.51$ kN/m
 Suma de fuerzas pasivas : $F_p = 1687.43$ kN/m
 Momento de deslizamiento : $M_a = 90758.94$ kNm/m
 Momento estabilizador : $M_p = 185297.04$ kNm/m
 Factor de seguridad = 2.04 > 1.50

Estabilidad del talud ACEPTABLE

Figura 3.11 Determinación de la superficie de deslizamiento crítico: Berma aguas arriba y aguas abajo con análisis sísmico

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

Análisis 2

Superficie de deslizamiento circular

Datos de la superficie de deslizamiento					
Centro :	x =	42.75 [m]	Ángulos :	$\alpha_1 =$	-26.07 [°]
	z =	171.88 [m]		$\alpha_2 =$	0.18 [°]
Radio :	R =	109.81 [m]			

Análisis de la superficie de deslizamiento sin optimización.

Verificación de estabilidad de taludes (todos los métodos)

Bishop :	FS = 2.04 > 1.50	ACEPTABLE
Fellenius / Petterson :	FS = 2.03 > 1.50	ACEPTABLE
Spencer :	FS = 2.05 > 1.50	ACEPTABLE
Janbu :	FS = 2.04 > 1.50	ACEPTABLE
Morgenstern-Price :	FS = 2.04 > 1.50	ACEPTABLE

Figura 3.12 Verificación de estabilidad de taludes: Berma aguas arriba y aguas abajo con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

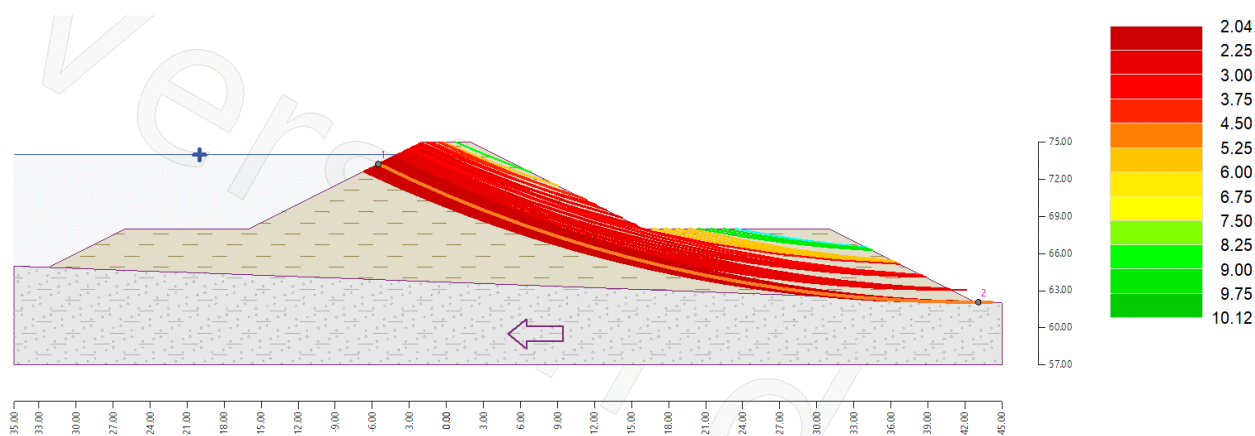


Figura 3.13 Análisis de estabilidad: Berma aguas arriba y aguas abajo con análisis sísmico
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GEO5 (2021)

Con un FS resultante de 2.04, se define la geometría de la sección típica de la presa de tierra, agregando una capa que servirá como cimentación, equivalente a 0.50 m de profundidad en el cauce del estero. Dicha capa estará conformada por el material arcilloso existente en el sitio del dique original debido a su baja permeabilidad comprobada anteriormente. Del mismo modo, se implementará un dentellón constituido por arcilla que actuará como una barrera de manera longitudinal al eje de la presa, con el objetivo de controlar la infiltración del agua por debajo de la misma.

Contemplando la eventual infiltración de agua a través del dique, es necesario definir un elemento que permita drenar tal volumen, por lo que también se incluye una capa de

material permeable, que podría o no, ser la arena presente en el cauce del estero, con la finalidad de conducir el agua infiltrada, evitando que ésta drene por el paramento de la berma aguas abajo.

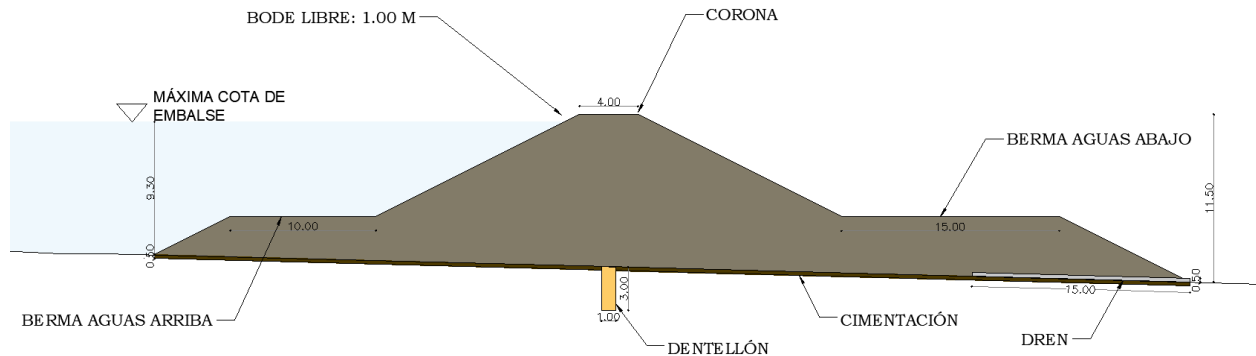


Figura 3.14 Diseño geométrico de la presa de tierra
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., AutoCAD (2021)

3.3 Análisis de Permeabilidad

Se realizó un análisis de flujo bidimensional con el objetivo de conocer el trazado de las líneas equipotenciales y las líneas de flujo en la sección típica del dique. Las líneas equipotenciales unen puntos que presentan el mismo valor de energía; mientras las líneas de flujo indicarán el recorrido del agua a lo largo del cuerpo de la presa, a partir de la línea superior de flujo obtenida mediante la ecuación de Laplace para representar una proyección del nivel freático a lo largo de la estructura.

El análisis de flujo bidimensional fue realizado haciendo uso de la herramienta Seep del software GeoStudio, según el método computacional de elementos finitos, se basa en la ley de Darcy y utiliza los resultados del ensayo de permeabilidad ingresados. Se aprecian las líneas equipotenciales obtenidas, representadas por la escala de colores, y corrobora la disminución de energía en la zona de la berma aguas arriba, correspondiente a una presión de 73 KPa, con relación a la franja al final de la berma aguas abajo, donde se reporta una presión de 64 KPa.

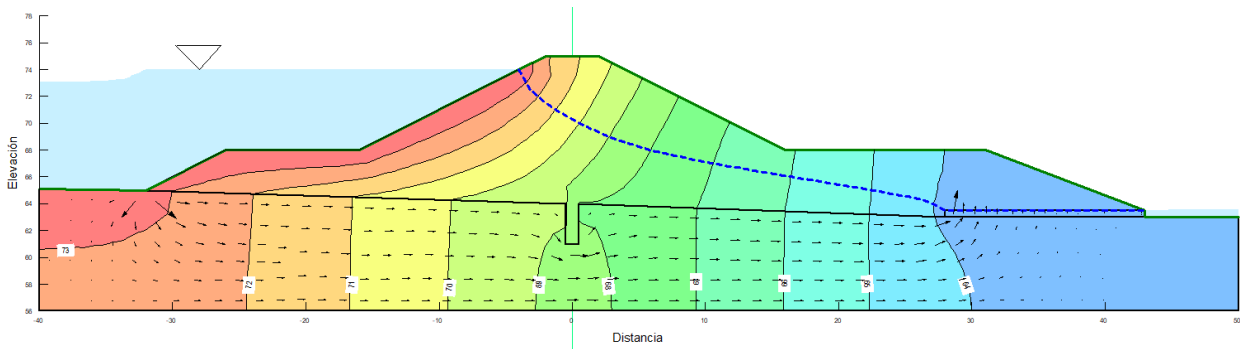


Figura 3.15 Líneas equipotenciales en la sección típica de la presa de tierra: Presión total (KPa)
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GeoStudio Seep (2021)

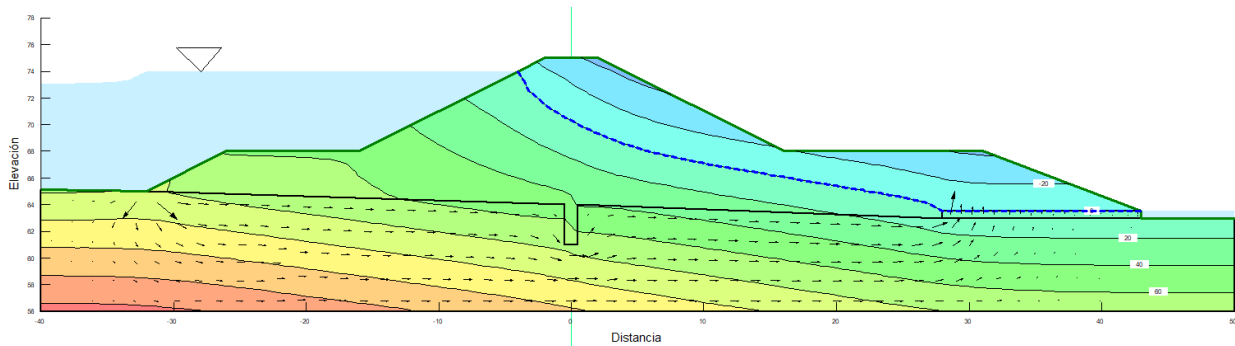


Figura 3.16 Líneas equipotenciales en la sección típica de la presa de tierra: Presión de poros (KPa)
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., GeoStudio Seep (2021)

3.4 Estudio hidrológico

3.4.1 Precipitación máxima probable

El análisis hidrológico se basa en métodos estadísticos que empleando una distribución se podría determinar el caudal de diseño. Se utilizó la distribución de Gumbel tipo I que permite obtener los valores extremos. Primero, con los datos recopilados se obtuvo las precipitaciones máximas en 24 horas de cada año.

Tabla 3.5. Precipitación máxima diaria
Precipitación máxima en 24 horas

Año	Máximo
1995	23.00
1996	14.30
1997	107.50

1998	0.00
1999	90.60
2000	0.00
2001	6.60
2002	0.00
2003	0.00
2004	22.50
2005	30.60
2006	0.00
2007	0.00
2008	0.00
2009	0.00
2010	0.00
2011	31.60
2012	80.70
2013	66.00

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

Con estos valores se determinó la distribución de probabilidades pluviométricas empleando las siguientes ecuaciones.

➤ **La media**

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 24.92mm$$

➤ **Desviación estándar**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 35.00mm$$

➤ **Parámetro de forma**

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 27.293mm$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 9.162 mm$$

Se obtuvo las siguientes probabilidades.

Tabla 3.6. Precipitaciones máximas probables

No	Año	Precipitación	
		x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1995	23.00	3.670
2	1996	14.30	112.695
3	1997	107.50	6820.152
4	1998	0.00	620.797
5	1999	90.60	4314.416
6	2000	0.00	620.797
7	2001	6.60	335.468
8	2002	0.00	620.797
9	2003	0.00	620.797
10	2004	22.50	5.836
11	2005	30.60	32.310
12	2006	0.00	620.797
13	2007	0.00	620.797
14	2008	0.00	620.797
15	2009	0.00	620.797
16	2010	0.00	620.797
17	2011	31.60	44.679
18	2012	80.70	3111.878
19	2013	66.00	1687.912
Suma		473.40	22056.19

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

Una vez obtenidas las probabilidades se obtuvo las precipitaciones máximas probables para diferentes frecuencias utilizando funciones logarítmicas y los valores estadísticos obtenidos anteriormente.

Tabla 3.7. Precipitaciones máximas probables para diferentes frecuencias

PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DIFERENTES FRECUENCIAS				
Período de retorno	Variable reducida	Precipitación	Probabilidad de ocurrencia	Corrección
2	0.37	19.17	0.50	21.66
5	1.50	50.10	0.80	56.61
10	2.25	70.58	0.90	79.76
25	3.20	96.46	0.96	109.00
50	3.90	115.66	0.98	130.69
100	4.60	134.72	0.99	152.23
500	6.21	178.75	1.00	201.99

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

La Tabla 7 demuestra que a un mayor período de retorno la precipitación máxima probable aumenta, esto es un indicio que los valores son correctos ya que los eventos extremos y únicos son los que presentan mayores valores de precipitaciones. Para un período de retorno de 50 años se obtuvo una precipitación de 130.69 mm.

3.4.2 Precipitación máxima horaria

La precipitación total en un lapso de 24 horas se registra en todas las estaciones meteorológicas del Inhami y este período es el que se lo conoce como día pluviométrico. En base a estos datos diarios se puede estimar los valores extremos mensuales y de estos se puede estimar la precipitación máxima histórica o también conocida como la de diseño.

Para calcular las precipitaciones máximas horarias se tuvo que distribuir las precipitaciones diarias obtenidas para cada período de retorno definido. Esto, se realizó empleando coeficientes de distribución dentro de un período de 24 horas.

Tabla 3.8. Coeficientes para distribución de lluvia

Duraciones en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

Como resultado se obtuvo la tabla 9 que demuestra que la precipitación máxima disminuye conforme se reduce el tiempo de duración de la lluvia. En este trabajo, donde se trabaja con un período de retorno de 50 años, se determinó una precipitación de 130.69 mm para un tiempo de 24 horas.

Tabla 3.9. Distribución de precipitaciones para diferentes frecuencias

Tiempo/ Período	24 hr	18 hr	12 hr	8 hr	6 hr	5 hr	4 hr	3 hr	5	1 hr
	100%	91%	80%	68%	61%	57%	52%	46%	39%	30%
2 años	21.66	19.71	17.33	14.73	13.21	12.34	11.26	9.96	8.45	6.50
5 años	56.61	51.52	45.29	38.50	34.53	32.27	29.44	26.04	22.08	16.98
10 años	79.76	72.58	63.81	54.24	48.65	45.46	41.47	36.69	31.11	23.93
25 años	109.00	99.19	87.20	74.12	66.49	62.13	56.68	50.14	42.51	32.70
50 años	130.69	118.93	104.56	88.87	79.72	74.50	67.96	60.12	50.97	39.21
100 años	152.23	138.53	121.78	103.52	92.86	86.77	79.16	70.02	59.37	45.67
500 años	201.99	183.81	161.59	137.35	123.21	115.13	105.03	92.92	78.78	60.60

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

3.4.3 Intensidad máxima

La intensidad se encuentra definida como la cantidad de agua que se precipita por unidad de tiempo en una zona de estudio determinada. Una vez obtenido las precipitaciones máximas se estimó la intensidad de lluvia para cada tiempo y frecuencia definido. Se conoce que la intensidad es la razón entre la precipitación y el tiempo y se rige mediante la siguiente ecuación.

$$I = \frac{P (mm)}{t_{duración} (horas)}$$

Dónde:

P= Precipitación máxima horario en mm.

t= Duración de lluvia en minutos.

Tabla 3.10. Intensidad de lluvia para diferentes períodos de retorno

	24 hr	18 hr	12 hr	8 hr	6 hr	5 hr	4 hr	3 hr	2 hr	1 hr
2 años	0.90	1.09	1.44	1.84	2.20	2.47	2.82	3.32	4.22	6.50
5 años	2.36	2.86	3.77	4.81	5.76	6.45	7.36	8.68	11.04	16.98
10 años	3.32	4.03	5.32	6.78	8.11	9.09	10.37	12.23	15.55	23.93
25 años	4.54	5.51	7.27	9.27	11.08	12.43	14.17	16.71	21.26	32.70
50 años	5.45	6.61	8.71	11.11	13.29	14.90	16.99	20.04	25.49	39.21
100 años	6.34	7.70	10.15	12.94	15.48	17.35	19.79	23.34	29.68	45.67
500 años	8.42	10.21	13.47	17.17	20.54	23.03	26.26	30.97	39.39	60.60

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

Se puede observar en la Tabla 10 que la intensidad de lluvia obtenida bajo las condiciones que se establecieron fue de 39.21 mm/h que representa el valor máximo. La intensidad de lluvia nos permite realizar las curvas IDF para poder tener una mejor comprensión del comportamiento de las lluvias en la zona de estudio. También, se puede ver la relación que tiene la intensidad y la duración dónde son indirectamente proporcionales. Es decir, que a mayor duración de lluvia se tendrá una menor intensidad.

3.4.4 Elaboración de curvas IDF

Las curvas IDF (Intensidad - Duración - Frecuencia) permiten conocer las características hidrometeorológicas de Sacachún y a su vez gestionar de una mejor forma los recursos hídricos, las curvas representan la relación de estas tres variables y se puede determinar las máximas intensidades históricas.

Una vez realizado las distribuciones para obtener las intensidades máximas y tabuladas con su respectiva duración, se procedió a realizar un análisis de las variables involucradas para poder representar de forma gráfica y analítica la relación que poseen. Se basó en el método propuesto por Aparicio en 1997 dónde planteó una nueva ecuación para predecir el comportamiento utilizando un modelo de regresión lineal. Para este trabajo se eligió este procedimiento debido a que los datos usados no

son propios de la zona de estudio sino de estaciones aledañas y este permite extrapolar los resultados beneficiando al análisis. La ecuación que propuso Aparicio es:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Dónde:

I= Intensidad de lluvia (mm/hr)

T= Período de retorno (Años)

t= Duración de lluvia (min)

K, m, n= Coeficientes de ajuste obtenidos por regresión lineal

Con el fin de obtener un modelo de regresión lineal múltiple se aplica logaritmo en la ecuación de Aparicio quedando expresado de la siguiente manera.

$$\log(I) = \log(k) + m * \log(T) - n * \log(t)$$

Para simplificar la ecuación obtenida se realizó los siguientes cambios de variable.

$$y = \log(I) ; a_0 = \log(k)$$

$$X_1 = \log(T) ; a_1 = m$$

$$X_2 = \log(t) ; a_2 = -n$$

$$d = K * T^m$$

Quedando como resultado la siguiente expresión

$$I = \frac{d}{D^n}$$

De esta forma, usando el método de los mínimos cuadrados se elaboró las siguientes regresiones.

Tabla 3.11. Regresiones para período T=2 años

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	0.902	7.272	-0.103	-0.747	52.888
2	1080	1.095	6.985	0.091	0.633	48.786
3	720	1.44	6.579	0.367	2.416	43.287
4	480	1.84	6.174	0.610	3.767	38.116
5	360	2.20	5.886	0.789	4.646	34.646
6	300	2.47	5.704	0.904	5.155	32.533
7	240	2.82	5.481	1.035	5.673	30.037
8	180	3.32	5.193	1.200	6.233	26.967
9	120	4.22	4.787	1.441	6.897	22.920
10	60	6.50	4.094	1.871	7.662	16.764
	4980	26.809	58.155	8.206	42.335	346.944
Ln (d) =	4.405	d =	81.875	n =	-0.616	

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

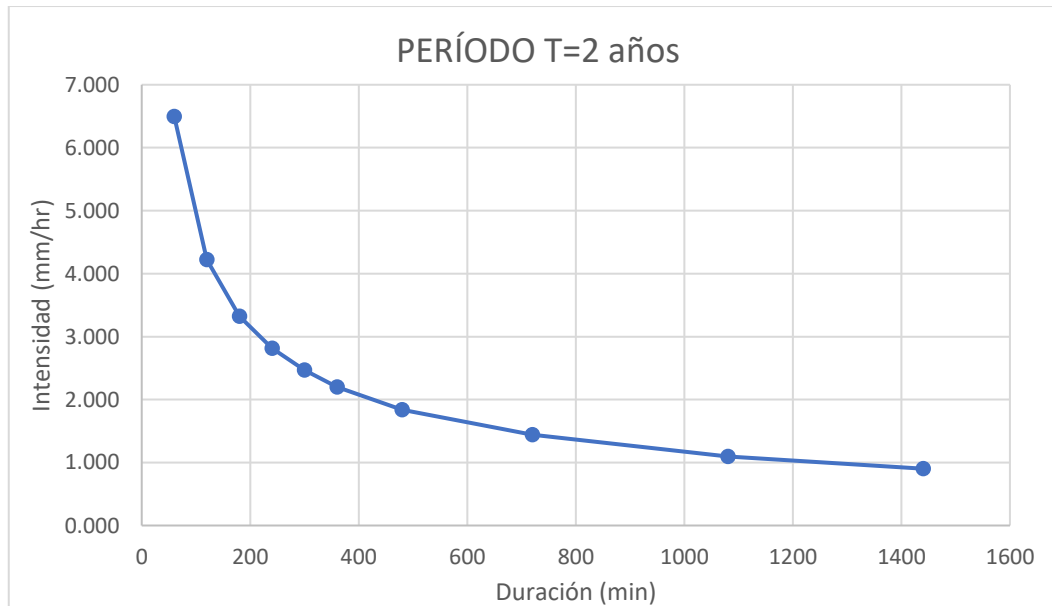


Figura 3.17 Curva de regresión T= 2 años
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 3.12. Regresiones para período T= 5 años

Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.359	7.272	0.858	6.241	52.888
2	1080	2.862	6.985	1.052	7.345	48.786
3	720	3.774	6.579	1.328	8.739	43.287
4	480	4.81	6.174	1.571	9.700	38.116
5	360	5.76	5.886	1.750	10.302	34.646
6	300	6.45	5.704	1.865	10.636	32.533
7	240	7.36	5.481	1.996	10.939	30.037
8	180	8.68	5.193	2.161	11.223	26.967
9	120	11.04	4.787	2.401	11.497	22.920
10	60	16.98	4.094	2.832	11.596	16.764
	4980	70.081	58.155	17.815	98.217	346.944
Ln (d) =	5.366	d =	214.028	n =	-0.616	

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

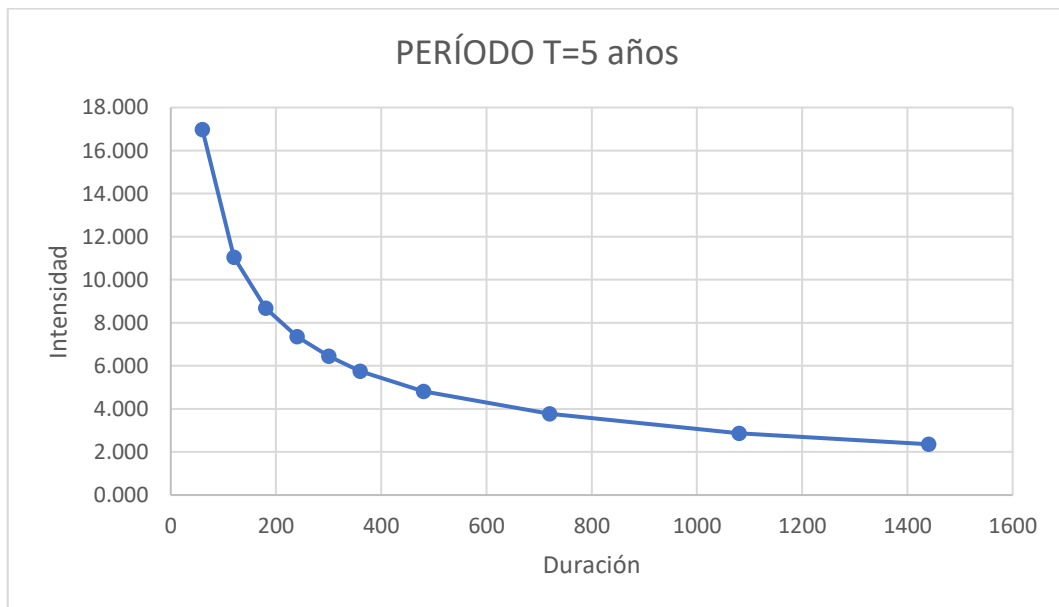


Figura 3.18 Curva de regresión T= 5 años

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 3.13. Regresiones para período T= 10 años

Período de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	3.323	7.272	1.201	8.734	52.888
2	1080	4.032	6.985	1.394	9.739	48.786
3	720	5.317	6.579	1.671	10.994	43.287
4	480	6.779	6.174	1.914	11.816	38.116
5	360	8.11	5.886	2.093	12.319	34.646
6	300	9.09	5.704	2.207	12.591	32.533
7	240	10.37	5.481	2.339	12.818	30.037
8	180	12.23	5.193	2.504	13.002	26.967
9	120	15.55	4.787	2.744	13.138	22.920
10	60	23.93	4.094	3.175	13.000	16.764
	4980	98.730989	58.155	21.242	118.150	346.944
Ln (d) =	5.709	d =	301.525	n =	-0.616	

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

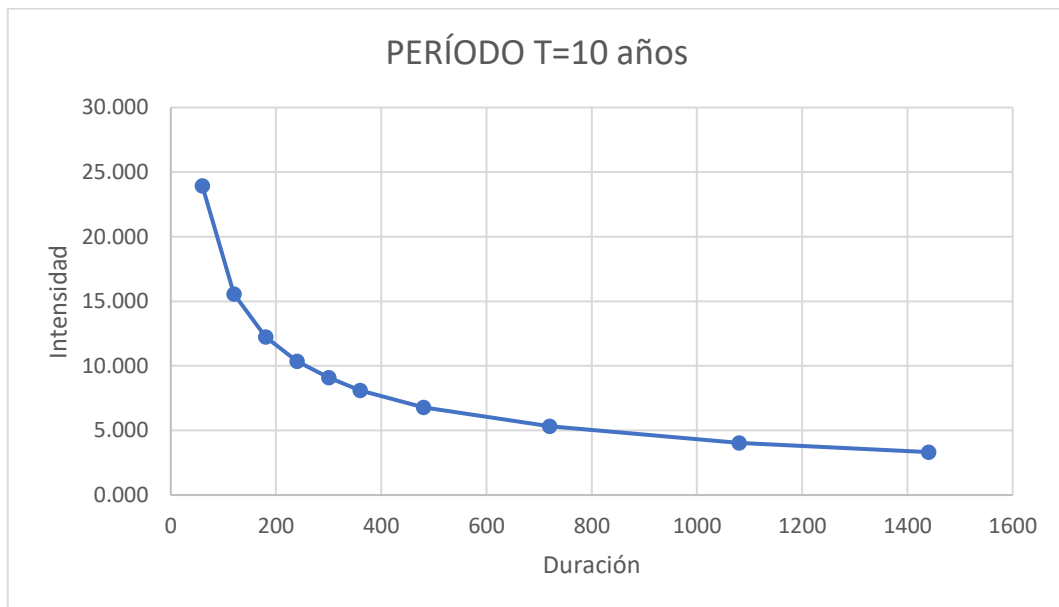


Figura 3.19 Curva de regresión T= 10 años
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 3.14. Regresiones para período T= 25 años

Período de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.542	7.272	1.513	11.005	52.888
2	1080	5.511	6.985	1.707	11.921	48.786
3	720	7.267	6.579	1.983	13.049	43.287
4	480	9.265	6.174	2.226	13.744	38.116
5	360	11.082	5.886	2.405	14.158	34.646
6	300	12.43	5.704	2.520	14.372	32.533
7	240	14.17	5.481	2.651	14.530	30.037
8	180	16.71	5.193	2.816	14.624	26.967
9	120	21.26	4.787	3.057	14.633	22.920
10	60	32.70	4.094	3.487	14.279	16.764
10	4980	134.93024	58.155471	24.366	136.315	346.944
Ln (d) = 6.021		d = 412.078		n = -0.616		

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

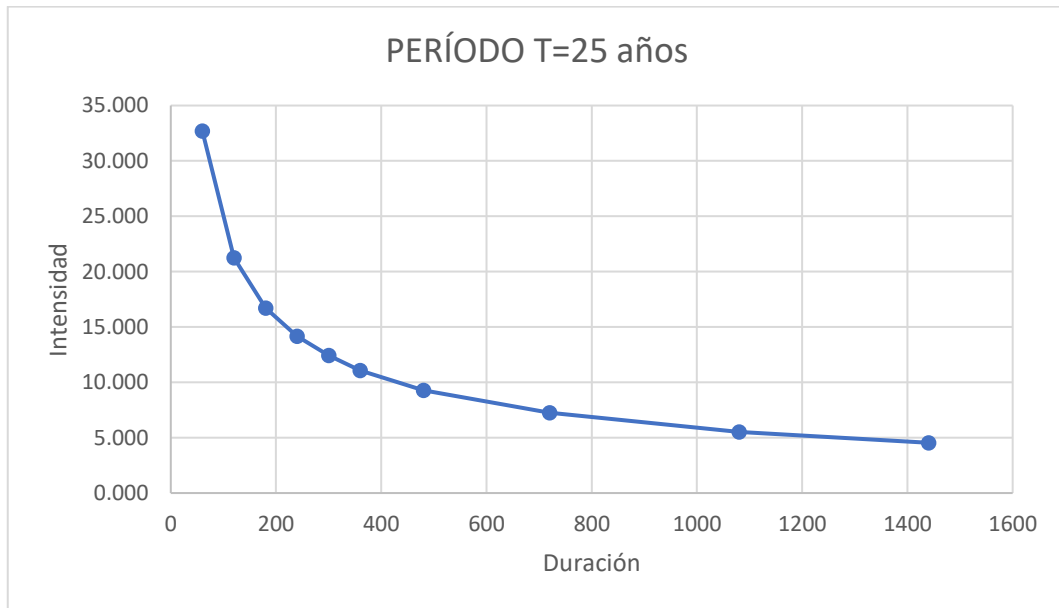


Figura 3.20 Curva de regresión T= 25 años
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 3.15. Regresiones para período T= 50 años

Período de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.446	7.272	1.695	12.325	52.888
2	1080	6.607	6.985	1.888	13.188	48.786
3	720	8.713	6.579	2.165	14.243	43.287
4	480	11.109	6.174	2.408	14.865	38.116
5	360	13.287	5.886	2.587	15.226	34.646
6	300	14.899	5.704	2.701	15.408	32.533
7	240	16.99	5.481	2.833	15.525	30.037
8	180	20.04	5.193	2.998	15.567	26.967
9	120	25.49	4.787	3.238	15.502	22.920
10	60	39.21	4.094	3.669	15.022	16.764
10	4980	161.78492	58.155471	26.181	146.871	346.944
Ln (d) = 6.203		d = 494.093		n = -0.616		

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

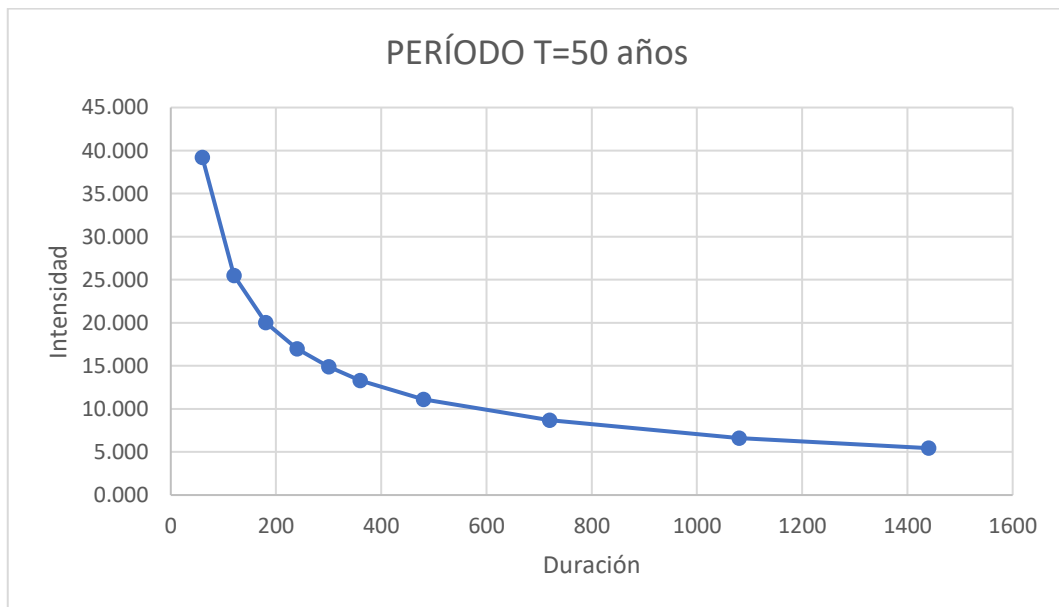


Figura 3.21 Curva de regresión T= 50 años
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 3.16. Regresiones para período T= 100 años

Período de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	6.343	7.272	1.847	13.434	52.888
2	1080	7.696	6.985	2.041	14.254	48.786
3	720	10.149	6.579	2.317	15.246	43.287
4	480	12.939	6.174	2.560	15.807	38.116
5	360	15.477	5.886	2.739	16.124	34.646
6	300	17.354	5.704	2.854	16.278	32.533
7	240	19.790	5.481	2.985	16.361	30.037
8	180	23.34	5.193	3.150	16.359	26.967
9	120	29.68	4.787	3.391	16.233	22.920
10	60	45.67	4.094	3.821	15.646	16.764
10	4980	188.4413	58.155471	27.706	155.741	346.944
Ln (d) = 6.355		d = 575.502		n = -0.616		

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

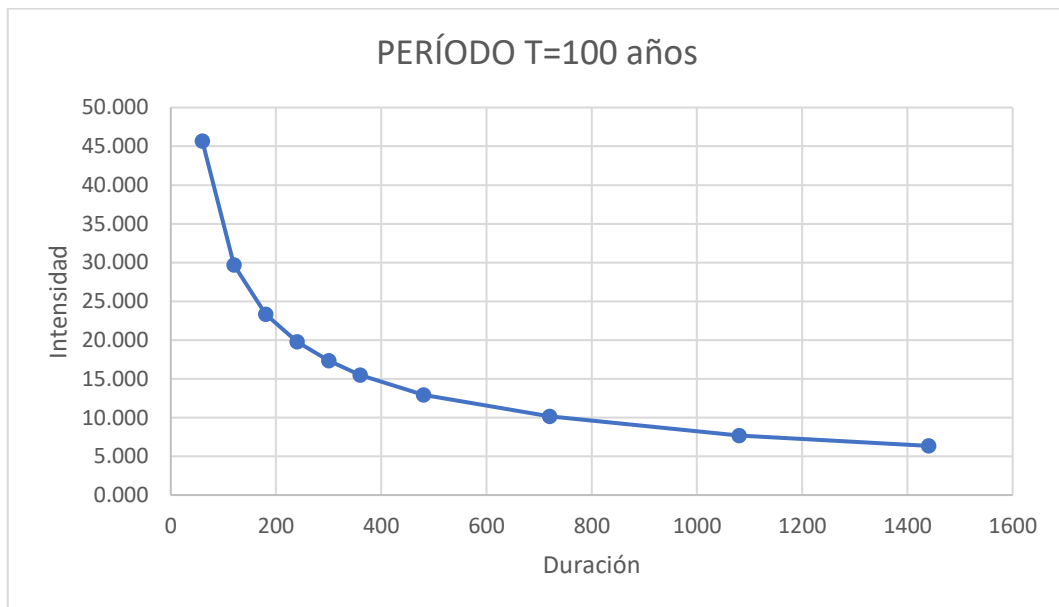


Figura 3.22 Curva de regresión T= 100 años

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 3.17. Regresiones para período T= 500 años

Período de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	8.416	7.272	2.130	15.491	52.888
2	1080	10.212	6.985	2.324	16.229	48.786
3	720	13.466	6.579	2.600	17.107	43.287
4	480	17.169	6.174	2.843	17.553	38.116
5	360	20.536	5.886	3.022	17.789	34.646
6	300	23.027	5.704	3.137	17.891	32.533
7	240	26.259	5.481	3.268	17.911	30.037
8	180	30.972	5.193	3.433	17.828	26.967
9	120	39.39	4.787	3.673	17.587	22.920
10	60	60.60	4.094	4.104	16.804	16.764
10	4980	250.04013	58.155471	30.535	172.189	346.944
Ln (d) = 6.638		d = 763.625		n = -0.616		

Fuente: Novillo, R; Stay, D (2021)

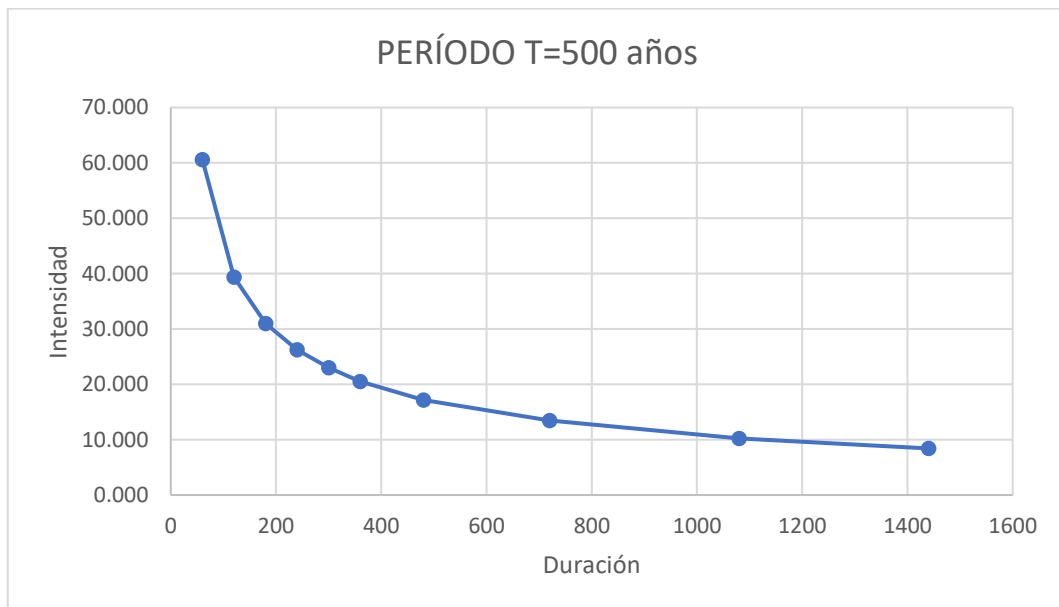


Figura 3.23 Curva de regresión T= 500 años
Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Una vez realizado las curvas de regresión se realizó un cuadro resumen con los coeficientes obtenidos para cada período de retorno.

Tabla 3.18. Coeficientes de regresión lineal

Período de retorno	Término de regresión d	Coef. De regresión n
2 años	81.87473	-0.61639
5 años	214.02829	-0.61639
10 años	301.52544	-0.61639
25 años	412.07833	-0.61639
50 años	494.09278	-0.61639
100 años	575.50164	-0.61639
500 años	763.62510	-0.61639

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

El método se realizó con un cambio de variable, ahora se debe realizar otra regresión para obtener los coeficientes en función de la ecuación original.

Tabla 3.19. Regresión potencial

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	81.8747	0.6931	4.4052	3.0534	0.4805
2	5	214.0283	1.6094	5.3661	8.6364	2.5903
3	10	301.5254	2.3026	5.7089	13.1451	5.3019
4	25	412.0783	3.2189	6.0212	19.3815	10.3612
5	50	494.0928	3.9120	6.2027	24.2652	15.3039
6	100	575.5016	4.6052	6.3552	29.2670	21.2076
7	500	763.6251	6.2146	6.6381	41.2530	38.6214
7	692.000	2842.726	22.556	40.697	139.002	93.867
Ln (K) =	4.6178	K =	101.2754	m =	0.3712	

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Para obtener la curva IDF para cada período de retorno, se debe primero definir la ecuación de intensidad. Recordando que, esta ecuación es propia de la estación meteorológica y es proporcionada por le Inhami.

$$I = \frac{102,5520 * T^{0.371176}}{t^{0.61885}}$$

Dónde T es el período de retorno y t la duración de lluvia en minutos.

Tabla 3.20. Resumen de intensidades de lluvia

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	49.0	31.9	24.8	20.8	18.1	16.2	14.7	13.5	12.6	11.8	11.1	10.5
5	68.8	44.8	34.9	29.2	25.4	22.7	20.6	19.0	17.7	16.6	15.6	14.8
10	89.0	58.0	45.1	37.8	32.9	29.4	26.7	24.6	22.9	21.4	20.2	19.1
25	125.1	81.5	63.4	53.0	46.2	41.3	37.5	34.5	32.1	30.1	28.4	26.9
50	161.8	105.4	82.0	68.6	59.8	53.4	48.5	44.7	41.5	38.9	36.7	34.8
100	209.3	136.3	106.0	88.7	77.3	69.1	62.8	57.8	53.7	50.3	47.5	45.0
500	380.3	247.7	192.7	161.3	140.5	125.5	114.1	105.0	97.6	91.5	86.2	81.7

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

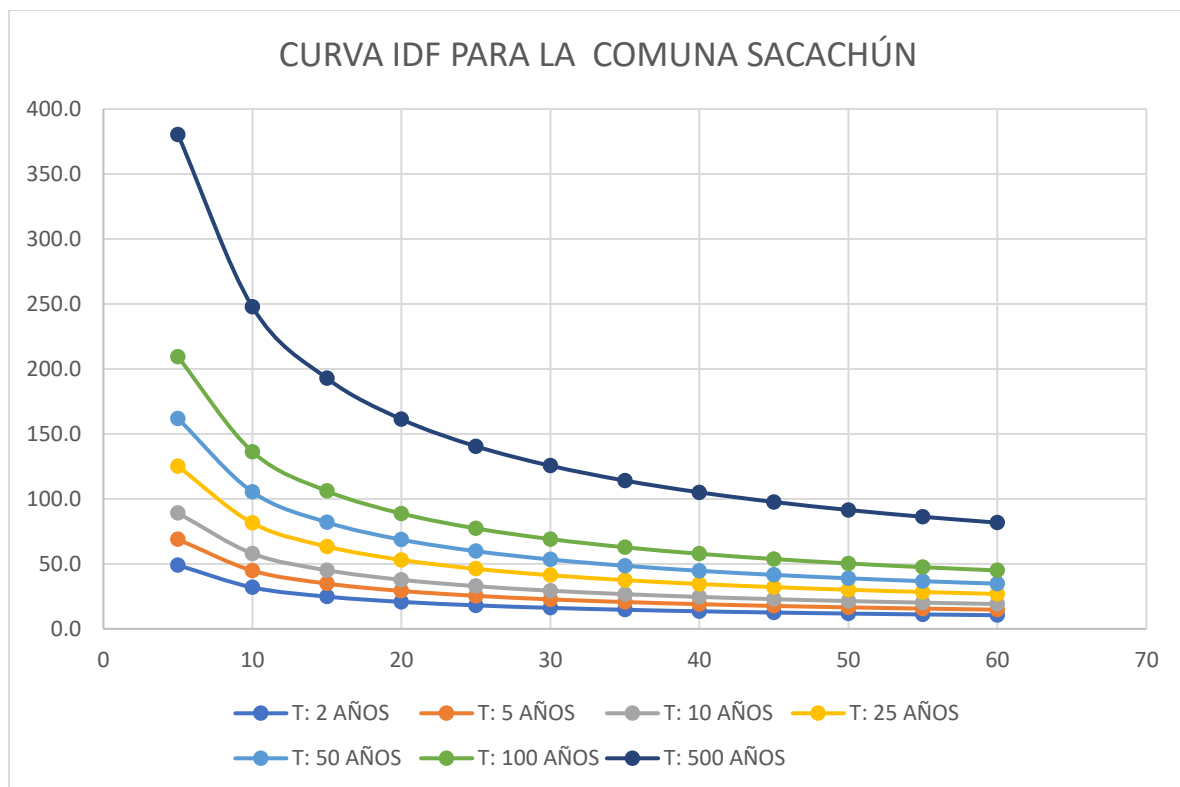


Figura 3.24 Curvas IDF

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

3.5 Caudal de diseño

Como se mencionó anteriormente, el caudal de diseño es de gran importancia ya que en función de su valor se dimensiona lo que son estructuras hidráulicas. Se lo

determinó mediante el método racional ya que este es muy acertado para áreas menores a 200 hectáreas.

Este método está en función de la intensidad, coeficiente de escorrentía y el área de aportación definido por la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{1}{360} * C * I * A$$

3.5.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es una forma de demostrar el porcentaje de precipitación que se crea en escorrentía superficial y el resto de infiltración. Esto permite determinar el caudal que se va a generar con el agua que no se va a filtrar o estancar. Se denota por la siguiente fórmula

$$C = \frac{(Pd - Po) * (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

Pd= Precipitación máxima diaria = 130.69 mm (Para período de 50 años)

Po= Umbral de escorrentía.

$$Po = 0.2 * S$$

$$S = \frac{25400}{CN(I)} - 254$$

$$CN(II) = \frac{4.2 * CN(I)}{10 - 0.058 * CN(I)}$$

CN es el número de curva que está en función del grupo hidrológico del suelo y las condiciones del uso de suelo de la zona de estudio. Con los resultados obtenidos en los ensayos de suelo se determinó que en su mayoría son arcillas, es por eso que el

grupo que se trabaja es el D que corresponde a suelos expansibles al contacto con agua. Luego, junto a la tabla se determinó el coeficiente CN(II).

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación con tratamiento de conservación	72 62	81 71	88 78	91 81
Pastizales: condiciones pobres condiciones óptimas	68 39	79 61	86 74	89 80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena ²	45 25	66 55	77 70	83 77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	39 49	61 69	74 79	80 84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote				
Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos	65			
1/4 acre	38	77	85	90
1/3 acre	30	61	75	83
1/2 acre	25	57	72	81
1 acre	20	54	70	80
	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Figura 3.25 Valores de CN(II)
Fuente: Chow, V (184)

Se obtuvo un CN(II) de 80 y por consiguiente un coeficiente de escorrentía de 0.456.

Entonces, el caudal de diseño correspondiente al período de retorno de 50 años es:

$$Q = \frac{1}{360} * 0.456 * 161.81 \frac{mm}{h} * 32.85 \text{ ha}$$

$$Q = 6.74 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.6 Dimensionamiento de canal

El análisis de estabilidad de las bermas de la presa permitió verificar que aún en condiciones máximas, dónde se presenta la máxima cota de embalse, la estabilidad del dique se mantiene. Pero, aún hay que dar un factor de seguridad en los casos extremos dónde el caudal de diseño se vea superado. Estos casos se darán cuándo ocurra un evento que logre superar las precipitaciones obtenidas en el período de retorno de 50 años.

Este evento extremo podría generar un desborde de la presa y por ende también una falla estructural o de servicio debido a las presiones negativas que podrían presentarse. Para evitar estas situaciones se construirá un canal aliviadero que permita amortiguar el nivel de agua extra que se generaría y la direccionaría hasta el cauce o río más cercano. El aliviadero es un canal de forma trapezoidal, con talud 1:1 y para resguardar el aspecto económico será un canal natural compactado.

La pendiente del canal va a estar formada por la topografía actual del terreno para poder reducir los costos de excavación y relleno, el diseño se lo realizará con la ecuación de Manning, dónde en función de las características del canal se podrá estimar la geometría del canal. Primero, se realizará un pre dimensionamiento con el caudal de diseño. Y luego se corregirá con un evento extremo que supere el caudal que corresponde al período de retorno de 100 años. El tirante que se utilizará corresponde a la diferencia de la cota de corona y de la máxima cota de embalse.

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{0.5}$$

Dónde:

Q= Caudal (m³/s)

n= Rugosidad de manning

A= Área mojada

Rh= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente

Los datos del presente trabajo se tabularon en la siguiente tabla para una mejor visualización. La rugosidad se la estimó mediante la tabla propuesta por (Chow, 1994) para canales naturales compactados. Debido a la pendiente el canal va a estar conformado por dos secciones diferentes denotadas en la siguiente tabla.

Tabla 3.21. Datos de pendiente

Tramo	Longitud	Pendiente
1	47.35	6%
2	89.94	10%

Para el tramo 1 con una pendiente de 6% se obtuvieron los siguientes datos que permitirán estimar la geometría del aliviadero.

Tabla 3.22. Datos de sección 1.

DATOS	
Q [m3/s]	6.74
n	0.023
S	0.06
Z	1
Y [m]	0.6

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 3.23. Datos de sección 2.

DATOS	
Q [m3/s]	6.74
n	0.023
S	0.10
Z	1
Y [m]	0.6

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

El dato que se desea hallar es el ancho de solera B, para esto se utilizó un método iterativo.

$$\frac{6.74 * 0.023}{0.005^{0.5}} = (b * 1 * + 2 * 1^2) * \left(\frac{b * 1 + 2 * 1^2}{b + 2 * 1 * (1 + 2^2)^{0.5}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Quedando como resultado un ancho de solera de 1.5 metros.

Ahora, se corrigió el tirante utilizando el caudal correspondiente a un período de 100 años.

$$8.72 = \frac{1}{0.023} * ((2 * Y * +z * Y^2) * (\frac{2 * Y + 2 * 1^2}{2 + 2 * Y * (1 + 2^2)^{0.5}})^{\frac{2}{3}} * 0.005^{0.5})$$

Obteniendo un tirante normal de 0.6 m. Es decir, que el ancho de solera y tirante si son válidos. Luego, también como factor de seguridad se añade un borde libre al aliviadero para evitar un caso único que sobrepase este tirante. Se utilizó la ecuación de U.S. Bureau of Reclamation.

$$B.L. = \sqrt{C * Y}$$

Dónde C es un factor que depende del caudal. Para un caudal entre 20 pies³/s y 3000 pies³/s se estima un valor de C de 1.60 y Y es el tirante normal.

$$B.L. = \sqrt{1.6 * 0.6} = 0.7 \text{ m}$$

Otro método utilizado también es mediante la siguiente tabla para estimar el borde libre en función del caudal. Dónde se fijaría un borde libre de 0.30 m.

GASTO m ³ /seg	REVESTIDO (cm)	SIN REVESTIR (cm)
≤ 0.05	7.50	10.00
0.05 – 0.25	10.00	20.00
0.25 – 0.50	20.00	40.00
0.50 – 1.00	25.00	50.00
> 1.00	30.00	60.00

Figura 3.26 Borde libre en función del caudal
Fuente: Ministerio de agricultura (1978)

Quedando como resultado las siguientes secciones para el canal del aliviadero.

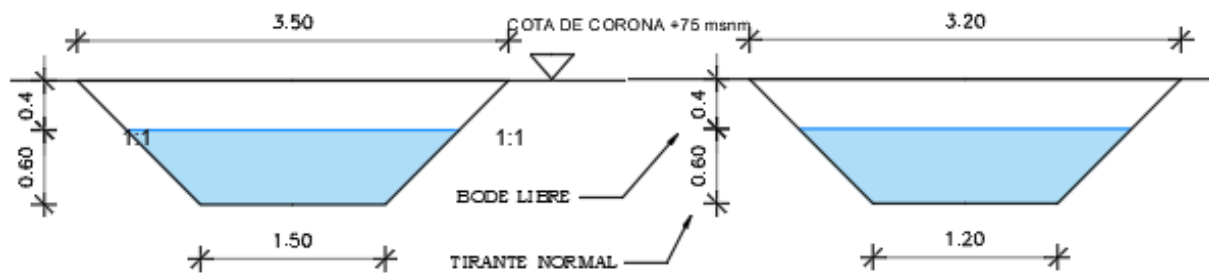


Figura 3.27 Sección geométrica del canal aliviadero. Tramo 1 y 2
Fuente: Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

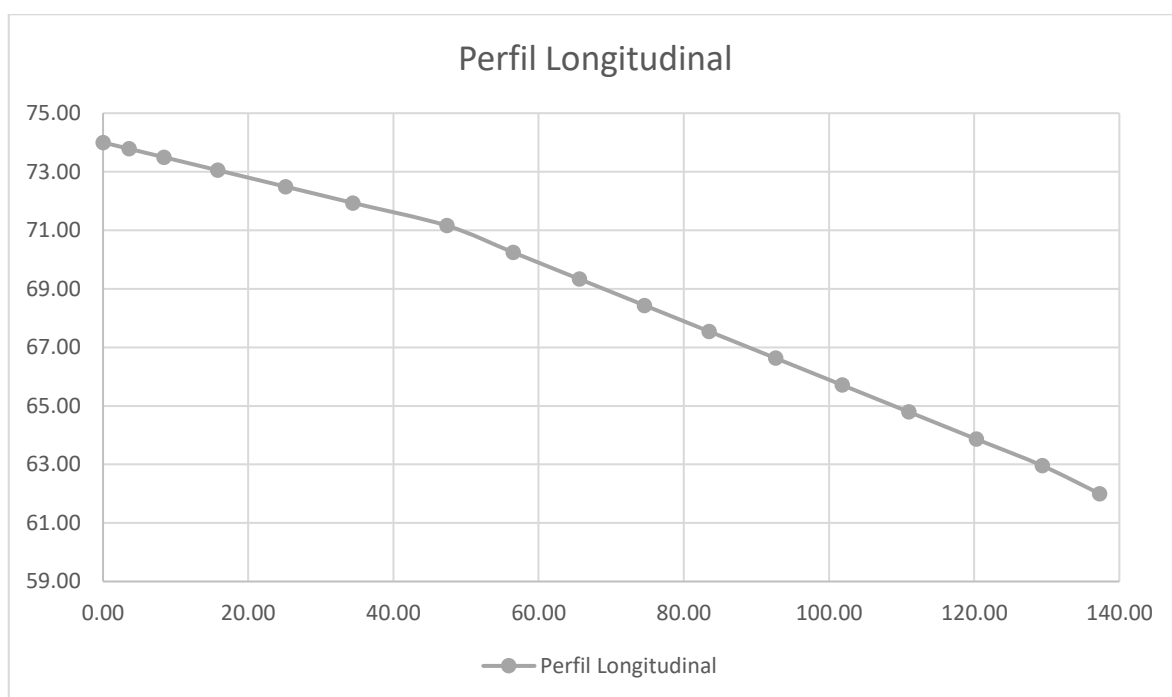


Figura 3.28 Perfil longitudinal del aliviadero
Fuente: Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

3.7 Tanque amortiguador

El tanque amortiguador es un elemento que debe tener una especial atención, el flujo que transitará por el canal aliviadero presenta velocidades elevadas propias de un régimen supercrítico. Esto puede generar erosión y socavación en el canal dónde podría generar una falla de servicio o estructural, es por esto que estos tanques funcionan como disipadores de energía que tiene como función atenuar la energía cinética del agua.

Seleccionar el tipo de amortiguador depende del material que se utilizará y características del flujo como el número de Froude y la velocidad promedio. Se utilizarán los datos obtenidos en el tramo 2 debido a que en este se localizarán los tanques, se empieza estimando el número de Froude para determinar si es necesario colocar los tanques o no.

$$F = \frac{v}{(g * D)^{0.5}} = 3.95$$

Como el resultado es mayor a 1.7 se determina que es necesario disipar la energía, después es necesario seleccionar el tipo de tanque a utilizar para poder dimensionarlo. Se selecciona el tipo I. que corresponde a canales con pendiente moderada.

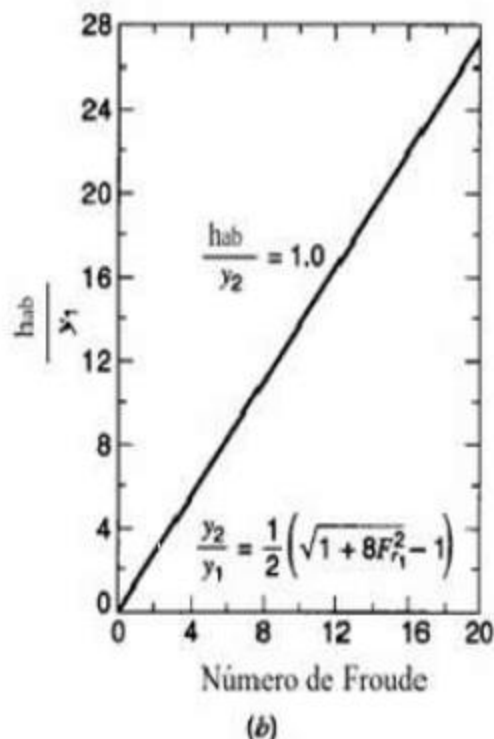


Figura 3.29 Relación Número de Froude y altura del tanque
Fuente: Fuente: Villamarín, S. (2013).

La figura 3.29 demuestra la relación que posee el número de Froude y la altura del tanque, el tirante Y_1 corresponde al tirante normal que se obtuvo en el dimensionamiento del aliviadero que es 0.60 m.

$$H = 2.0 * Y_1 = 2 * 0.60 = 1.20 \text{ m}$$

La longitud del tanque está denotada por la siguiente ecuación:

$$L = Y_2 * (1.5 + 1.768 * Fr - 0.471 * Fr^2)$$

$$L = 0.6 * (1.5 + 1.768 * 2.95 - 0.471 * 2.95^2)$$

$$L = 1.57 \text{ m} = 1.60 \text{ m}$$

CAPÍTULO 4

4 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo con el Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (Sistema Único de Información Ambiental, 2015), la construcción de represas o captaciones de agua potable, constan como actividades de Categoría III correspondiente a un impacto ambiental medio. El documento de regularización ambiental apropiado para este tipo de actividades es una Licencia Ambiental, el registro del proyecto se realiza mediante el formato implementado por el SUIA y se confirma bajo el criterio de intersección entre la zona de estudio con áreas nacionales protegidas.

SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL - SUIA

INICIO GESTIÓN AMBIENTE MISIÓN/VISIÓN MESA DE AYUDA DOCUMENTOS METADATOS

Consulta de Actividades Ambientales

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

Buscar

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN Y/U OPERACIÓN DE REPRESAS
Su trámite corresponde a un(a)	LICENCIA AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Se ajusta al proceso de análisis de revisión de la información ingresada dentro de los parámetros de la normativa ambiental vigente, que incluye una socialización o difusión pública del proyecto.
Costo del trámite	Varía en base al valor del proyecto y si existe remoción de cobertura vegetal nativa

Figura 4.1 Consulta de Actividad Ambiental: Construcción y/u Operación de Represas.
Fuente: Sistema Único de Información Ambiental

SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL - SUIA

INICIO GESTIÓN AMBIENTE MISIÓN/VISIÓN MESA DE AYUDA DOCUMENTOS METADATOS

Consulta de Actividades Ambientales

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

Buscar

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN CIVIL Y/U OPERACIÓN DE CAPTACIONES DE AGUA POTABLE
Su trámite corresponde a un(a)	LICENCIA AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Se ajusta al proceso de análisis de revisión de la información ingresada dentro de los parámetros de la normativa ambiental vigente, que incluye una socialización o difusión pública del proyecto.
Costo del trámite	Varía en base al valor del proyecto y si existe remoción de cobertura vegetal nativa

Especifique el rango de operación *

1100.0 o mayor litros/ segundo (l/s)

Figura 4.2 Consulta de Actividad Ambiental: Construcción y/u Operación de Captaciones de Agua Potable.
Fuente: Sistema Único de Información Ambiental

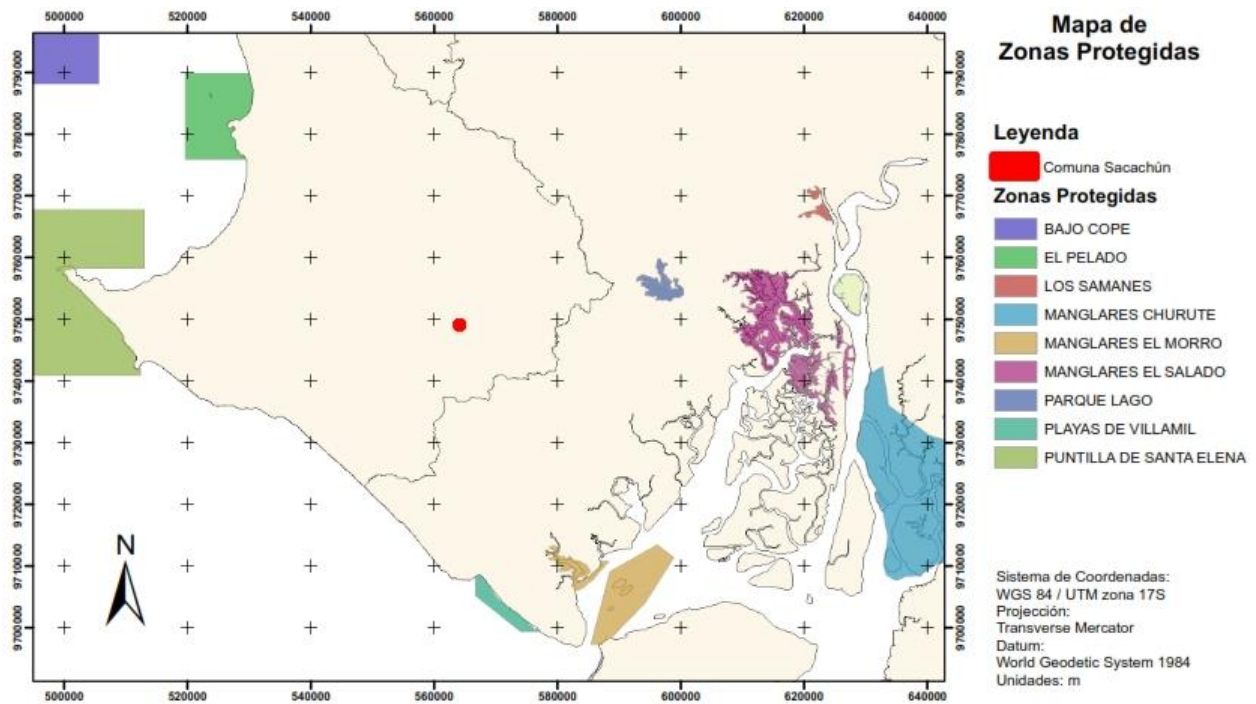


Figura 4.3 Ubicación de proyecto en relación al Mapa de Áreas Protegidas.
Fuente: Sistema Nacional de Áreas Protegidas

4.1 Objetivos del Estudio de Impacto Ambiental

4.1.1 Objetivo General

Identificar la magnitud de los factores de riesgo ambiental comprendidos en la ejecución del proyecto “Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en la Comuna Sacachún, Provincia de Santa Elena” mediante el análisis de las condiciones ambientales actuales en el sitio de interés, con el fin de reducir los impactos negativos que se produjeran durante y después de la construcción de la presa colinar.

4.1.2 Objetivos Específicos

1. Determinar las características de los componentes ambientales del área de influencia del proyecto que pueden ser afectados.
2. Evaluar los potenciales impactos en el ambiente derivados de la ejecución del proyecto.
3. Establecer medidas de mitigación y control de los posibles efectos ambientales generados.

4.2 Descripción del Proyecto

La comuna Sacachún se ubica en la parroquia Simón Bolívar del cantón Santa Elena, en la provincia del mismo nombre en el litoral ecuatoriano. La provincia se ve marcada por la presencia de las cordilleras Chongón – Colonche y Chanduy – Playas, que se caracterizan por presentar pendientes de 25, 40,70, 100 y 150%, poseen cimas agudas y desniveles de 25 a 200 metros, donde se evidencia un clima predominantemente seco.

Santa Elena tiene temperaturas mínimas que varían entre 16 y 24 grados centígrados y máximas entre 24-32 grados centígrados. La temperatura del aire promedio anual corresponde a 23.4 grados centígrados y puede variar debido a efectos climáticos como “El niño”, que genera que se eleve y de forma opuesta el efecto de “La niña”, que presenta valores inferiores al promedio. Se presentan dos periodos climáticos a lo largo de cada año. La época lluviosa comprende los meses entre diciembre y abril, mientras el periodo de estiaje corresponde a los meses entre junio y octubre. La precipitación promedio anual se estima en 66 mm/año con excepción a los años en los que se presenta el fenómeno de “El niño”, que produce un aumento en la precipitación promedio llegando a los 2.800 mm/año.

Sacachún es un lugar reconocido por su riqueza cultural, ya que se preservan vestigios arqueológicos correspondientes a la cultura Huancavilca y actualmente es hogar del tótem de San Biritute. La densidad poblacional es relativamente baja, entre residentes y comuneros que habitan en zonas cercanas suman alrededor de 629 habitantes en base a los últimos censos realizados en el país. La economía del sector se basa principalmente en la actividad ganadera caprina y porcina.

El presente proyecto contempla el diseño de una presa de tierra al Este de la comuna Sacachún, cuyo eje se ubica 300 metros aguas abajo con referencia al cierre de la actual albarrada implementada por los comuneros del sector. El objetivo de la ejecución de esta propuesta es proporcionar de agua a los pobladores para desarrollar

actividades de agricultura y ganadería durante el periodo seco del año. La capacidad de almacenamiento superará los 287.000 m³ al interceptar el Estero Las Campanas, con volumen de agua proveniente del caudal presente a lo largo de su cauce durante el temporal lluvioso, que supera los 6 m³/s. Para su construcción, se propone el aprovechamiento del material existente en la zona de interés, para conformar el cuerpo del dique diseñado.

4.3 Línea Base Ambiental

En base al Manual de Categorización Ambiental Nacional, las actividades clasificadas de categoría I, II, III y IV deben incluir un inventario forestal en el Estudio de Impacto Ambiental característico de la zona de estudio.

La comuna Sacachún, clasificada como una región árida y en ciertas zonas posee la denominación semidesértica, posee vegetación heterogénea. Se pueden encontrar varias especies arbóreas como Ceibo, Guachapelí, Niguito, Saman y Neem, con alturas entre 5 y 40 metros. La provincia destaca por una gran diversidad de fauna. En la cordillera Colonche se puede encontrar especies como venados, tigrillos, monos del litoral, zorros, murciélagos, gallinazos, etc. Los habitantes de Sacachún se dedican a la agricultura y ganadería como principal fuente de ingresos, destaca el cultivo de ciruelas, cacao, mango y banano. También, la crianza de chivos, cerdos, aves de corral y vacas.

4.4 Actividades del Proyecto

Las actividades relacionadas con el presente proyecto son la construcción y/u operación de represas y de captaciones de agua potable. La actividad principal involucrada durante la ejecución del presente proyecto es el movimiento de tierra, tanto para la conformación del cuerpo del dique y su cimentación como para el canal del aliviadero. No se hará uso de hormigón debido a la factibilidad económica que representa el uso del material disponible en la zona de estudio.

4.5 Identificación de Impactos Ambientales

Durante la fase de construcción del proyecto, se considera principalmente la potencial alteración del suelo en el área de implantación y la contaminación en el aire producida por la emisión de material particulado, como resultado del constante movimiento de tierras. El uso de maquinaria pesada supone la adquisición de combustible Diesel para su funcionamiento, por lo cual se contempla la contaminación en el aire generada por la emisión de gases de combustión, además de la contaminación en el aire producida por el ruido. No se incluye la remoción de especies vegetales autóctonas en la zona, sin embargo, si se perderá cobertura vegetal a lo largo del cauce del estero, la misma que crece únicamente durante la transición del temporal lluvioso al periodo seco formando pequeños arbustos.

Durante la fase de funcionamiento de la presa colinar, se puede ver afectado el suministro del recurso hídrico aguas abajo del lugar de cierre de la presa, sin embargo, es importante recalcar que no habría un efecto negativo en la vida de especies de peces debido a que el Estero Las Campanas es un cuerpo de agua ocasional, es decir, que solo contiene agua a lo largo de su cauce durante la temporada de lluvias y no es hábitat de peces.

Tras el abandono de la obra, el sitio intervenido se verá afectado de manera definitiva por alteración del paisaje. Como resultado de la ejecución del proyecto, los habitantes de Sacachún contarán a mediano plazo con una fuente de agua que les permita mantener actividades de agricultura y ganadería durante todo el año; aumentando las fuentes de trabajo en los alrededores de la comuna, evitando la migración hacia otros cantones o ciudades y, eventualmente, se espera un aumento en el turismo de la zona.

4.6 Valoración de Impactos Ambientales

Con el objetivo de cuantificar los impactos generados por la ejecución del proyecto, se desarrolló la matriz de Evaluación de Impactos (Leopold et. al, 1971) donde se asigna una calificación a la magnitud e importancia de cada acción, considerando si éste es

positivo o negativo en relación a los factores ambientales presentes. El criterio en el cual se basa la designación de los valores referentes a la magnitud e importancia de cada acción con posible impacto sobre los distintos factores ambientales, se detalla en las Tablas 4.1 y 4.2.

Tabla 4.1 Calificación de la Magnitud de los Impactos

Magnitud			
Intensidad	Afectación	Impacto Positivo	Impacto Negativo
Baja	Baja	+ 1	- 1
Baja	Media	+ 2	- 2
Baja	Alta	+ 3	- 3
Media	Baja	+ 4	- 4
Media	Media	+ 5	- 5
Media	Alta	+ 6	- 6
Alta	Baja	+ 7	- 7
Alta	Media	+ 8	- 8
Alta	Alta	+ 9	- 9
Muy Alta	Alta	+ 10	- 10

Fuente: Leopold et. al, (1971)

Tabla 4.2 Calificación de la Importancia de los Impactos

Importancia		
Duración	Influencia	Calificación
Temporal	Puntual	+ 1
Media	Puntual	+ 2
Permanente	Puntual	+ 3
Temporal	Local	+ 4
Media	Local	+ 5
Permanente	Local	+ 6
Temporal	Regional	+ 7
Media	Regional	+ 8
Permanente	Regional	+ 9
Permanente	Nacional	+ 10

Fuente: Leopold et. al, (1971)

Tabla 4.3 Matriz de Evaluación de Impactos

		ACCIONES CON POSIBLES IMPACTOS														Impacto por componente ambiental			
		1. Modificación del régimen						2. Transformación del terreno y construcción			3. Explotación de recursos		4. Modificación del terreno						
		Magnitud: (-10, 10)	Modificación de hábitat	Alteración de la cobertura vegetal del suelo	Alteración de patrones de drenaje	Control de ríos y modificación de flujo	Ruido y vibraciones	Total Acción 1	Corte y relleno	Presas y embalses	Canales	Total Acción 2	Excavación de superficie	Total Acción 3	Paisajismo		Total Acción 4		
Importancia: (1, 10)																			
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas y químicas	1. Tierra	Materiales de construcción														26		
			Forma del terreno															-24	
			Suelos			-1 2								-1 3					-5
		2. Agua	Superficial																
							-5 4	7 3											
		3. Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)																
																		-28	
4. Procesos	Erosión																	-5	

4.7 Medidas de Prevención / Mitigación

Tras el análisis de los factores que suponen un impacto ambiental negativo, se plantea la necesidad de implementar planes de manejo ambiental para contrarrestar el efecto de dichas acciones. Las medidas de mitigación seleccionadas acorde al proyecto son:

- Manejo de maquinaria, equipos y transporte de materiales
- Capacitación y educación ambiental
- Programa de seguridad, salud e higiene personal
- Control de la calidad del aire
- Restauración ambiental

4.8 Conclusiones

Las actividades relacionadas a la generación de impactos ambientales acordes al tema del presente proyecto involucran tareas de movimiento de tierras, que, frente a la posibilidad de realizar un diseño de dique de hormigón, presenta beneficios ambientales en cuanto a la obtención del material, ya que el proceso de obtención del cemento genera altos impactos al ambiente; y al transporte del mismo, que sería mucho más invasivo.

Los impactos ambientales generados por las principales actividades involucradas en la ejecución de este proyecto afectan especialmente a la calidad del aire debido a la emisión de gases generados por la maquinaria pesada. Sin embargo, hay que reconocer que es un impacto temporal y local y que será necesario desarrollar un control de polvos para asegurar que la emisión de gases se encuentre por debajo del límite permisible.

Mediante el análisis del estado actual de la zona de estudio y la valoración de los impactos generados debido a la ejecución del presente proyecto, se determina un impacto general positivo en base a las oportunidades que brindará a la comunidad la disponibilidad de agua a lo largo del año en mediano y largo plazo. No solo se verán

beneficiadas las actividades de agricultura y ganadería, sino también actividades culturales derivadas del aprovechamiento del recurso hídrico como el turismo, generando mayor cantidad de empleos y así logrando una disminución en la migración.

CAPÍTULO 5

5 PRESUPUESTO

5.1 Descripción de rubros

Este capítulo se detallará el análisis que se realizó para obtener el presupuesto global correspondiente a la construcción de la presa. Primero, se empezó con una indagación del proceso constructivo que se emplearía para así poder definir los rubros que abarcarían la construcción. La obra es una presa colinar que está conformado por tierra y en base a la topografía del lugar los dos rubros más importantes son excavación y relleno con material de sitio. Se conformaron diversos rubros que corresponden a trabajos preliminares, movimiento de tierras, estructura de dique, estructura de aliviadero, misceláneos y rubros ambientales.

5.2 Análisis de precios unitarios

Una vez establecido los rubros, se realizaron los Análisis de precios Unitarios (APU's) los cuáles están conformados por 5 puntos a destacar que son: equipos, mano de obra, materiales, transporte y rendimiento. La mano de obra se lo estimó mediante los salarios establecidos por la Contraloría General del Estados que regula cada año el costo de mano de obra de todas las estructuras ocupacionales.

El resto de puntos se lo realizó basándose en los precios unitarios que establece la Cámara de Construcción dónde se demuestra el costo de los rubros más conocidos en las obras. También, se empleó la herramienta Insucons dónde se obtiene acceso a los rendimientos promedio en obra.

5.3 Descripción de cantidades de obra

Las cantidades se las realizó utilizando el programa Civil 3D, utilizando el levantamiento topográfico y la geometría del dique y del canal se obtuvo los volúmenes de excavación y relleno que se necesitará. También de esta forma se pudo obtener los

metros cuadrados de replanteo, las cantidades de los demás rubros se dan en función de la duración de la obra y otros de la magnitud de la obra. Cómo, por ejemplo, se pide una batería sanitaria por cada 10 obreros, letrero, etc.

Tabla 5.1 Registro de relleno con arcilla de baja plasticidad para estructura de Dique

Descripción	Cant.	Área [m ²]		Profundidad [m]	Volumen [m ³]	Observaciones
		Ancho [m]	Longitud [m]			
Cimentación	1	3675.66		0.5	1837.83	El área de implantación se obtuvo a partir de la modelación en AutoCAD Civil 3D (revisar archivo editable)
Dentellón	1	1	56.79	3	170.37	Longitud correspondiente a la extensión de las bermas (aguas arriba y ag. Abajo)

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 5.2 Registro de relleno con arena para estructura de Dique

Descripción	Cant.	Área [m ²]		Profundidad [m]	Volumen [m ³]	Observaciones
		Ancho [m]	Longitud [m]			
Dren	1	15	56.79	0.5	425.93	Longitud correspondiente a la extensión de las bermas (aguas arriba y ag. Abajo)

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 5.3 Registro de relleno para cuerpo de dique

P.K.	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol. terraplén acumul. (m3)
0+000	0.00	0.00	0.00
0+005	0.00	0.00	0.00
0+010	3.92	9.79	9.79
0+015	11.56	38.69	48.49
0+020	22.35	84.76	133.25
0+025	36.24	146.46	279.71
0+030	53.27	223.78	503.49
0+035	67.78	302.63	806.11
0+040	76.77	361.36	1167.47
0+045	85.63	405.99	1573.46
0+050	94.86	451.23	2024.69
0+055	104.46	498.30	2522.99
0+060	114.41	547.17	3070.16
0+065	124.72	597.82	3667.98
0+070	141.32	665.11	4333.08
0+075	164.61	764.82	5097.90
0+080	192.69	893.23	5991.13
0+085	225.47	1045.39	7036.51
0+090	263.01	1221.20	8257.71
0+095	305.32	1420.82	9678.53
0+100	352.19	1643.78	11322.30
0+105	315.36	1668.88	12991.18
0+110	263.94	1448.25	14439.43
0+115	214.83	1196.92	15636.35
0+120	168.18	957.52	16593.87
0+125	129.75	744.83	17338.70
0+130	99.54	573.22	17911.92
0+135	78.99	446.32	18358.24
0+140	60.76	349.37	18707.61
0+145	44.99	264.38	18971.99
0+150	32.24	193.08	19165.06
0+155	22.52	136.91	19301.97
0+160	19.81	105.83	19407.80
0+165	11.24	77.63	19485.43
0+170	4.92	40.40	19525.83
0+175	0.88	14.49	19540.32
0+180	0.00	2.19	19542.50
0+185	0.00	0.00	19542.50

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 5.4 Registro de excavación para canal aliviadero

P.K.	Área de terraplén (metros cuadrados)	Volumen de terraplén (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos)
0+000	0.00	0.00	0.00
0+005	4.33	10.83	10.83
0+010	6.45	26.95	37.78
0+015	6.17	31.55	69.33
0+020	5.38	28.88	98.20
0+025	4.51	24.73	122.93
0+030	3.24	19.38	142.30
0+035	2.68	14.80	157.10
0+040	2.60	13.20	170.30
0+045	2.21	12.03	182.33
0+050	1.79	10.00	192.33
0+055	1.58	8.43	200.75
0+060	1.47	7.63	208.38
0+065	1.39	7.15	215.53
0+070	1.28	6.68	222.20
0+075	1.17	6.13	228.33
0+080	1.03	5.50	233.83
0+085	0.90	4.83	238.65
0+090	0.78	4.20	242.85
0+095	0.68	3.65	246.50
0+100	0.58	3.15	249.65
0+105	0.48	2.65	252.30
0+110	0.39	2.18	254.48
0+115	0.29	1.70	256.18
0+120	0.19	1.20	257.38
0+125	0.11	0.75	258.13
0+130	0.04	0.38	258.50
0+135	0.05	0.23	258.73
0+137.29	0.02	0.18	258.90

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

5.4 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Toda construcción genera un impacto ambiental, ya sea por los materiales utilizados o una combinación de malas prácticas. En general, toda obra pública y privada se debe realizar un estudio ambiental en el proceso del diseño y propuesta de una obra. Claro está, que esto depende de la magnitud y uso de la infraestructura, como es una obra pública se recomienda agregar al presupuesto un valor adicional por estudios

ambientales con una consultora especializada. Este costo de acuerdo a la Cámara de Construcción posee un rango entre \$1607-\$2000 dólares americanos. Para mitigar el impacto ambiental se consideraron los siguientes rubros: Agua para control de polvo para resguardar la salud de los habitantes, la flora y fauna de la comunidad. Una charla de capacitación por parte de un especialista ambiental para que el personal conozca las medidas establecidas, un monitoreo de ruido para controlar los ruidos provenientes de los trabajos de excavación y relleno.

5.5 Cronograma valorado

Utilizando las cantidades de obra y los rendimientos establecidos se obtuvieron los días de trabajo que duraría el proyecto, recordando que un día de trabajo corresponde a 8 horas laborales. También, se consideró que el tiempo real no es la suma de la duración de todos los rubros ya que con la cuadrilla tipo se podría formar diferentes frentes de trabajo para realizar más de un rubro de forma simultánea. De igual forma, en el apéndice C se encuentra detallado los APU's y especificaciones técnicas.

Tabla 5.5 Presupuesto total de obra

ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2					
COMUNA SACACHUN, PROVINCIA DE SANTA ELENA					
FECHA: 18/Agosto/2021					
PRESUPUESTO REFERENCIAL: TABLA DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	DESBROCE Y LIMPIEZA	m2	689.45	\$ 1.60	\$ 1,103.11
1.2	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	977.13	\$ 2.32	\$ 2,266.93
1.3	BODEGA DE MADERA Y CUBIERTA METÁLICA	m2	6.00	\$ 68.19	\$ 409.14
2	ESTRUCTURA DE DIQUE				
2.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO PARA CIMENTACIONES	m3	1837.83	\$ 4.34	\$ 7,976.18
2.2	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO PARA DENTELLÓN	m3	170.37	\$ 4.34	\$ 739.41
2.3	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO PARA DREN	m3	425.93	\$ 4.34	\$ 1,848.51
2.4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO PARA DIQUE	m3	19542.50	\$ 4.34	\$ 84,814.46
2.5	SOBREACARREO MECÁNICO DE MATERIAL HASTA 1 KM	m3	19542.50	\$ 3.26	\$ 63,708.56
3	ESTRUCTURA DE ALIVIADERO				
3.1	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRAFICO	m2	11.99	\$ 2.32	\$ 27.81
3.2	EXCAVACION A CIELO ABIERTO A MAQUINA EN TIERRA	m3	258.90	\$ 9.21	\$ 2,384.47
4	MISCÉLANEOS				
4.1	BATERIA SANITARIA OBREROS DE 1 HASTA 10 PERSONAS	MES	4.00	\$ 147.56	\$ 590.24
4.2	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m3	207.41	\$ 5.62	\$ 1,165.65
4.3	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	GLB	10.00	\$ 38.80	\$ 388.00
4.4	LETRERO DE OBRA	u	1.00	\$ 159.73	\$ 159.73
5	RUBROS AMBIENTALES				
5.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	GLB	1.00	\$ 428.40	\$ 428.40
5.2	CHARLA DE CAPACITACIÓN	GLB	1.00	\$ 125.14	\$ 125.14
5.3	PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	GLB	1.00	\$ 204.48	\$ 204.48
5.4	MONITOREO RUIDO AMBIENTAL	Pto	21.00	\$ 51.68	\$ 1,085.28
				SUB-TOTAL	\$ 169,425.50
				IVA 12%	\$ 20,331.06
				TOTAL	\$ 189,756.56

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

Tabla 5.6 Cronograma valorado

RUBRO	TIEMPO EN: SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
1.1	16.67%	16.67%	16.67%	16.67%						16.67%	16.67%				
1.2	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.63%
1.3	100%														
2															
2.1	50%	50%													
2.2	100%														
2.3	100%														
2.4	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.63%
2.5	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%	6.67%
3															
3.1										20%	20%	20%	20%	20%	20%
3.2										20%	20%	20%	20%	20%	20%
4															
4.1	100%														
4.2	20%	20%								20%	20%	20%			
4.3	100%														
4.4	100%														
5															
5.1	100%														
5.2	100%														
5.3	100%														
5.4		12.50%		12.50%		12.50%		12.50%		12.50%		12.50%		12.50%	

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El embalse quedará situado 300 metros aguas debajo en relación a su ubicación original, lo cual logrará un almacenamiento de 287,522.30 m³ de agua, que representa casi 8 veces su capacidad de retención original, permitiendo a los habitantes de Sacachún dedicarse a actividades agrícolas y ganaderas a lo largo de todo el año.

Se comprobó mediante el análisis de estabilidad que el dique necesita bermas para poder satisfacer las normativas internacionales con el fin de asegurar el funcionamiento estructural y de servicio de la estructura. Las dimensiones de las bermas que permitieron aceptar el diseño fue de 15 metros aguas abajo y 10 metros aguas arriba con una pendiente 2:1 en todos sus taludes, cumpliendo un factor de seguridad mayor a 1,5.

El dique tiene una altura de 10 metros y un largo de 170 metros que genera un volumen de 19 542.50 m³. Está conformado por las cimentaciones, dren, dentellón y el cuerpo del dique que el proyecto tendrá un costo total de \$189.756,56 dólares americanos que incluye costos de construcción, desalojo, rubros ambientales y misceláneos.

A mediano y largo plazo, la ejecución de este proyecto tiene un impacto positivo debido a que representa la oportunidad de potenciar el sector agrícola y ganadero, muy importante para la economía de los habitantes de Sacachún, además de impulsar el

turismo en la zona, proyecto que ha sido ampliamente estudiado pero no ha logrado alcanzar su máximo potencial.

6.2 RECOMENDACIONES

Se deberá realizar mantenimiento de forma periódica para resguardar su funcionamiento e integridad debido a la potencial erosión o socavación del material, sobre todo en casos extraordinarios como en eventos de El Niño. Una vez que el canal aliviadero se encuentre en funcionamiento, se debe comprobar que no ocurra salto hidráulico o alguna anomalía en el flujo que pueda perjudicar a la estructura.

En la construcción del dique se debe verificar que el material a utilizarse posea las características consideradas en del diseño, en especial la humedad óptima para poder asegurar el peso volumétrico máximo. También, que el material esté totalmente libre de vegetación o cualquier material orgánico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Núñez, M. (Marzo de 2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. *Redesma*, 5(1).
- Alfaro, D., & Mora, F. (2014). *Modelo Físico para la Medición de la Permeabilidad en Suelos Cohesivos*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Alonso, J. A. (1999). Aproximación al estudio de las corrientes oceánicas y su influencia en el clima. El fenómeno de la corriente del niño. *NIMBUS*, 3, 5-26.
- Carmen, J. C. (2015). Diseño de embalse teniendo en consideración los impactos ambientales.
- Cartaya Ríos , S., Zurita, S., & Montalvo, V. (2016). Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica*, 16, 94-106.
- Empresa pública de obras, bienes y servicios de Santa Elena. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Santa Elena: UPSE.
- Faustino, J., & Jiménez, F. (2000). Manejo de cuencas hidrográficas.
- Gabriels, D., & Lobo, D. (2006). Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Instituto de Edafología, UCV.
- García, C. C. (2004). Los diques de retención en cuencas de régimen torrencial: diseño, tipos y funciones.
- Juarez, B., & Rico, R. (1996). *Mecánica de Suelos. Tomo II "Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos"*. Mexico D.F.: Limusa.
- López, G. (2020). *Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

- Pourrut, P., & Gómez, G. (1998). El Ecuador al cruce de varias influencias climáticas. Una situación estratégica para el estudio del fenómeno del nilo. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 27(3).
- Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (Vol. 15). Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Rubinos, D. (2008). *Utilización de Lodos Rojos de Bauxita en la Contención e Inactivación de Residuos Tóxicos y Peligrosos*. Santiago de Compostela: Universidad Santiago de Compostela.
- Salas, O. (2011). *Ensayos triaxiales para suelos. Métodos Y Materiales*. Obtenido de Portal de Revistas Académicas; Universidad de Costa Rica: <https://doi.org/10.15517/mym.v1i1.8391>
- Sistema Único de Información Ambiental. (26 de Febrero de 2015). *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. Obtenido de http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Cat%C3%A1logo_Categorizaci%C3%B3n_Ambiental_Nacional_028.pdf
- Suárez, L. M. (1993). *Presas de Corrección de Torrentes y Retención de Sedimentos*. Caracas: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

ANEXOS

APÉNDICE A

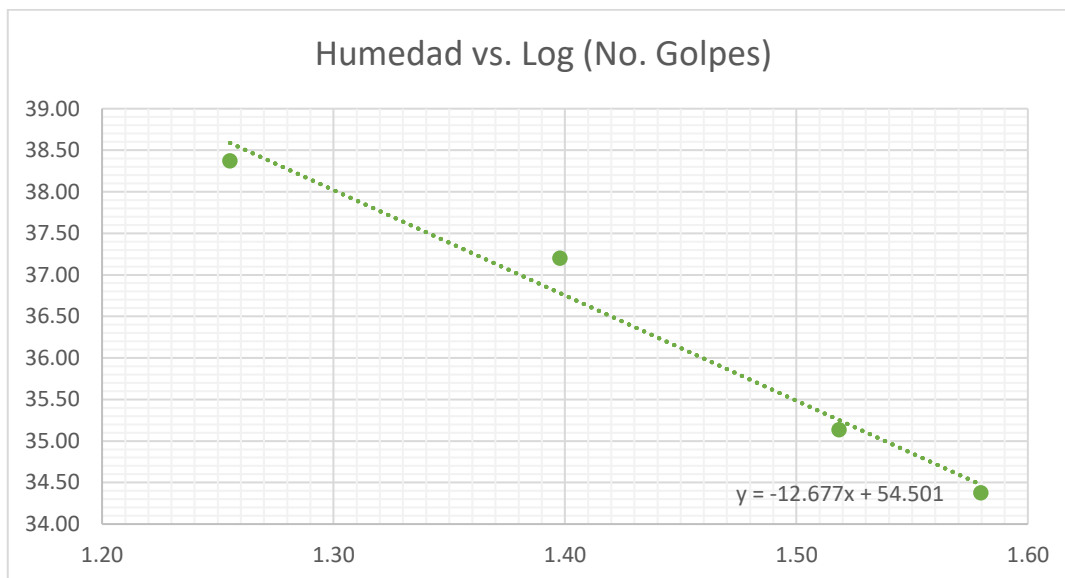
RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO EN MUESTRAS SIGNIFICATIVAS



LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO
 Referencia: ASTM D4318-10

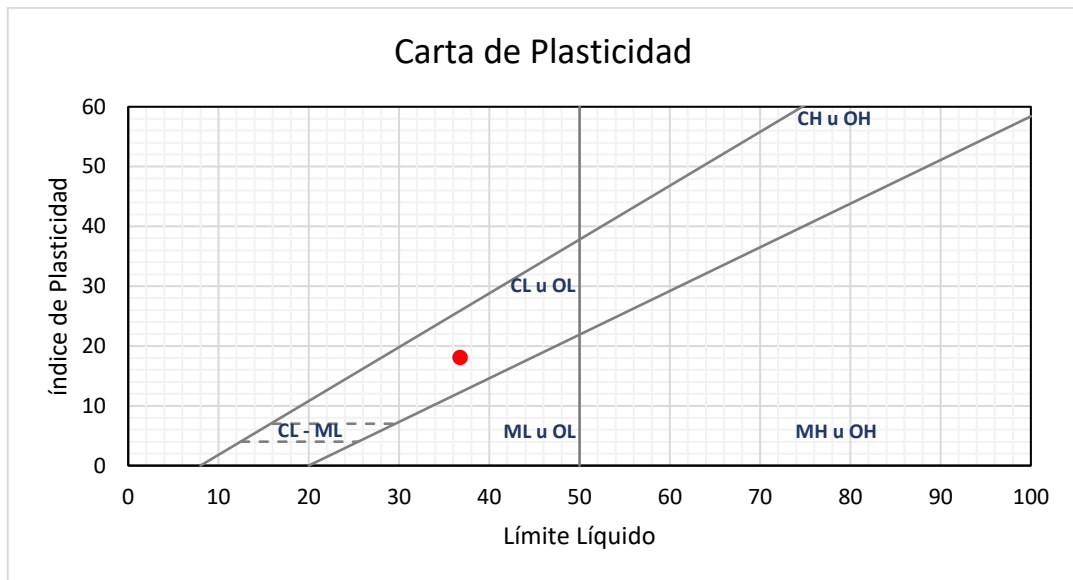
Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	1
Grupo:	2	Muestra:	Material de Dique
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	11 de junio de 2021

Límite Líquido				1	2	3	4
No. Ensayo							
No. Recipiente				31	40	54	27
Peso de recipiente + muestra húmeda	[g]	<i>A</i>	20.22	18.04	17.55	16.37	
Peso de recipiente + muestra seca	[g]	<i>B</i>	16.26	14.77	14.63	13.74	
Peso de recipiente	[g]	<i>C</i>	5.94	5.98	6.32	6.09	
Peso del agua	[g]	$D = (A - B)$	3.96	3.27	2.92	2.63	
Peso de la muestra seca	[g]	$E = (B - C)$	10.32	8.79	8.31	7.65	
Porcentaje de humedad	[%]	$F = \frac{D}{E} * 100$	38.37	37.20	35.14	34.38	
No. de golpes				<i>G</i>	18	25	33
Log (No. de golpes)				$H = \log(G)$	1.2553	1.3979	1.5185



Límite Plástico				
No. Ensayo			1	2
No. Recipiente			115	30
Peso de recipiente + muestra húmeda	[g]	<i>A</i>	13.64	13.64
Peso de recipiente + muestra seca	[g]	<i>B</i>	12.44	12.47
Peso de recipiente	[g]	<i>C</i>	6.05	6.17
Peso del agua	[g]	$D = (A - B)$	1.2	1.17
Peso de la muestra seca	[g]	$E = (B - C)$	6.39	6.3
Porcentaje de humedad	[%]	$F = \frac{D}{E} * 100$	18.78	18.57
Promedio de humedad	[%]	<i>LP</i>	18.68	

Límite Líquido (LL)	[%]	<i>A</i>	36.78
Límite Plástico (LP)	[%]	<i>B</i>	18.68
Índice de Plasticidad (IP)	[%]	$C = (A - B)$	18.10



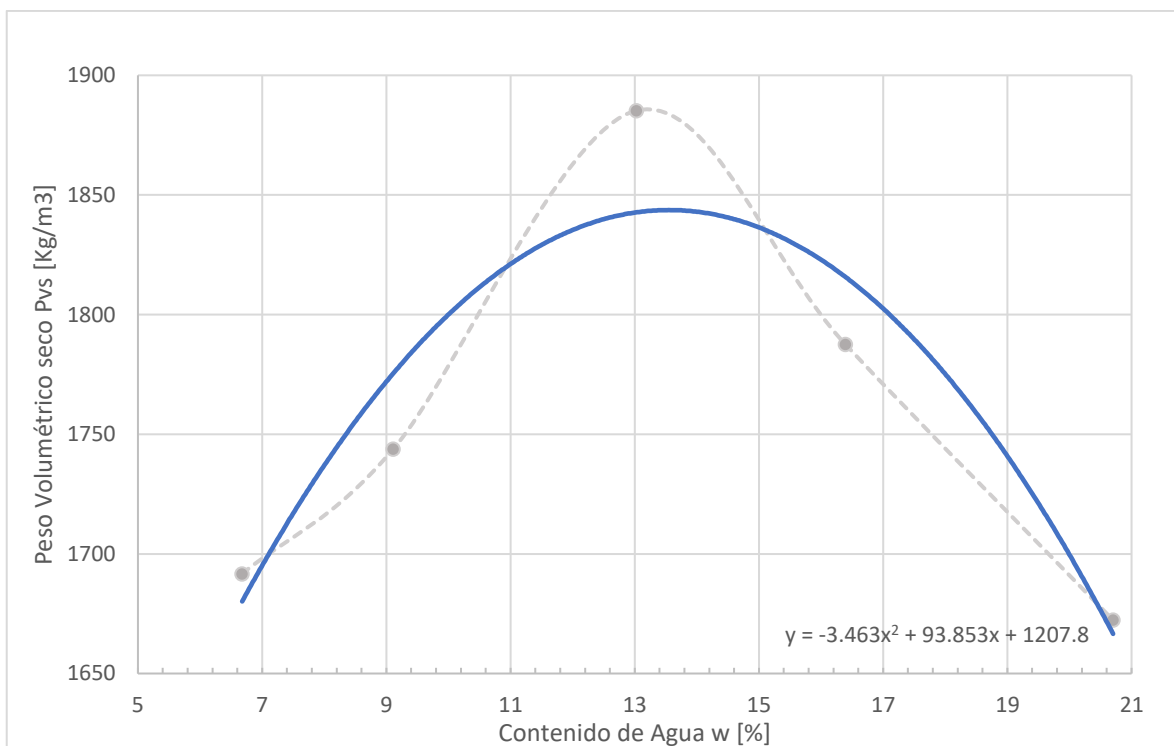


PRUEBA PROCTOR MODIFICADO
 Referencia: AASHTO T-180

Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	1
Grupo:	2	Muestra:	Material de Dique
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	11 de junio de 2021

Proctor Modificado							
Volumen del cilindro [m ³]:	0.000943	Peso del cilindro + Base [Kg]:	2.0395	Número de golpes:	25	Número de capas:	5

Cant. Agua	Rcp. No.	Peso tierra húmeda + rcp	Peso tierra seca + rcp	Peso del rcp.	Peso del agua	Peso seco	ω	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$1 + \frac{\omega}{100}$	Peso tierra seca	Peso Volumétrico seco
[cm ³]		[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]		[g]	[Kg/m ³]
50	23	1581.6	1492	150.4	89.6	1341.6	6.68	3741.3	1701.8	1.0668	1595.26	1691.69
112.5	6	1539.7	1424	154.1	115.7	1269.9	9.11	3833.7	1794.2	1.0911	1644.38	1743.78
200	25	1342.6	1206.7	163.5	135.9	1043.2	13.03	4048.9	2009.4	1.1303	1777.80	1885.26
287	20	1348.5	1180	152.1	168.5	1027.9	16.39	4001.5	1962	1.1639	1685.67	1787.56
375	13	1236.2	1048.8	143.6	187.4	905.2	20.70	3943.0	1903.5	1.2070	1577.02	1672.34



Peso volumétrico máximo
 $\gamma_d \text{ max}$ 1843.7 [Kg/m³]

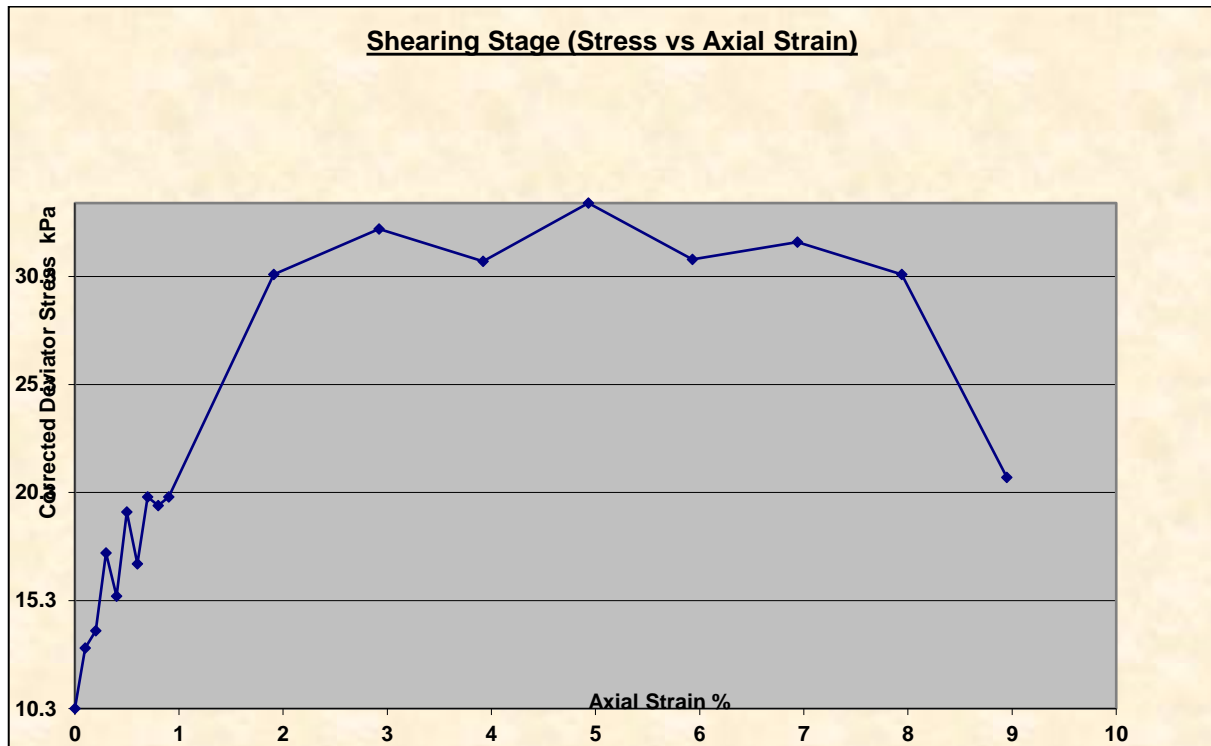
Humedad óptima
 ω_{optima} 13.6 [%]

**Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for
Cohesive Soils**



Test Details			
Standard	ASTM D4767 – 95 / AASHTO T297 - 94		
Sample Type	Bulk disturbed sample	Lab. Temperature	0.0 deg.C
Sample Description	Material del Dique	Particle Specific Gravity	2.65 (Assumed)
Mounting Method	Dry		
Variations from Procedure	None		

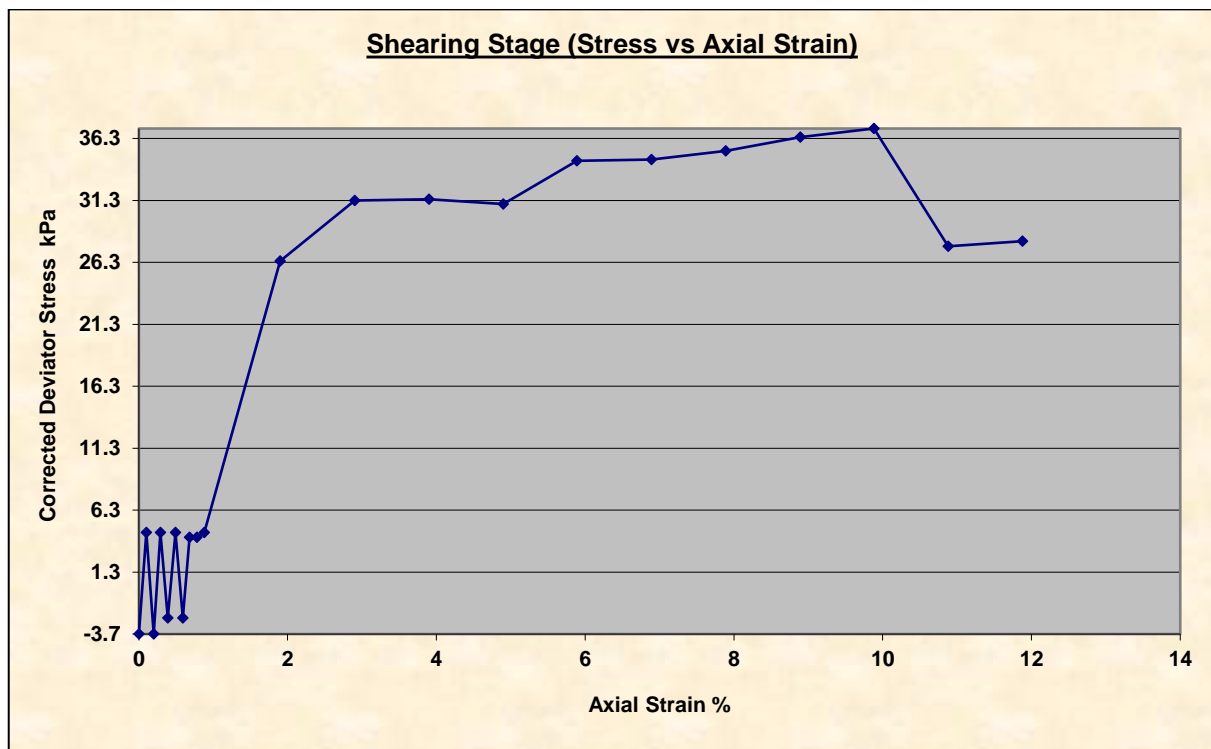
Specimen Details			
Specimen Reference	B	Description	
Depth within Sample	0.00mm	Orientation within Sample	
Initial Height	70.00 mm	Initial Diameter	35.00 mm
Preparation		Moisture Content	25.5 %
Bulk Density	2.00 Mg/m3	Initial Voids Ratio	0.660
Dry Unit Weight	15.66 kN/m3	Initial Degree of Saturation	102.3%
Comments			



Conditions at Failure			
Failure Criterion	Maximum Deviator Stress		
Pore Pressure	619.8kPa	Minor Effective Principal Stress	10.7kPa
Deviator Stress	31.1kPa	Major Effective Principal Stress	41.8kPa

Axial Strain	5.93%	Final Moisture Content	35.5 %
Deviator Stress Correction	0.0kPa		
Test Details			
Standard	ASTM D4767 – 95 / AASHTO T297 - 94		
Sample Type	Bulk disturbed sample	Lab. Temperature	0.0 deg.C
Sample Description	Material del Dique	Particle Specific Gravity	2.65 (Assumed)
Mounting Method	Wet		
Variations from Procedure	None		

Specimen Details			
Specimen Reference	C	Description	
Depth within Sample	0.00mm	Orientation within Sample	
Initial Height	70.00 mm	Initial Diameter	35.00 mm
Preparation		Moisture Content	26.9 %
Bulk Density	2.00 Mg/m3	Initial Voids Ratio	0.681
Dry Unit Weight	15.46 kN/m3	Initial Degree of Saturation	104.5%
Comments	Repetición de A		

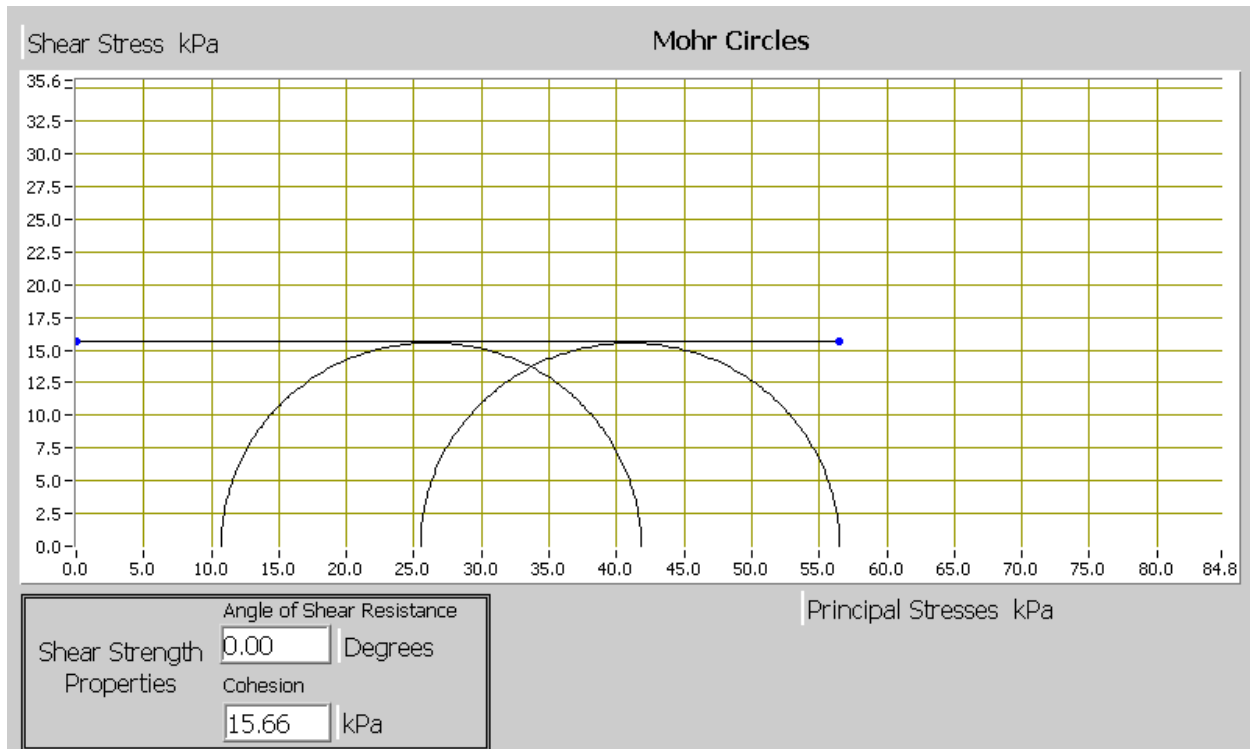


Conditions at Failure			
Failure Criterion	Maximum Deviator Stress		
Pore Pressure	272.6kPa	Minor Effective Principal Stress	25.5kPa
Deviator Stress	31.0kPa	Major Effective Principal Stress	56.5kPa
Axial Strain	4.90%	Final Moisture Content	33.3 %
Deviator Stress Correction	0.0kPa		

SUMMARY

Test Details	
Standard	ASTM D4767 – 95 / AASHTO T297 - 94

Specimen Details		
Specimen Reference	Effective Minor Principal Stress (σ_3')	Effective Major Principal Stress (σ_1')
B	10.7kPa	41.8kPa
C	25.5kPa	56.5kPa





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Referencias: ASTM D422-63, ASTM D1140

Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	2
Grupo:	2	Muestra:	Embalse
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	11 de junio de 2021

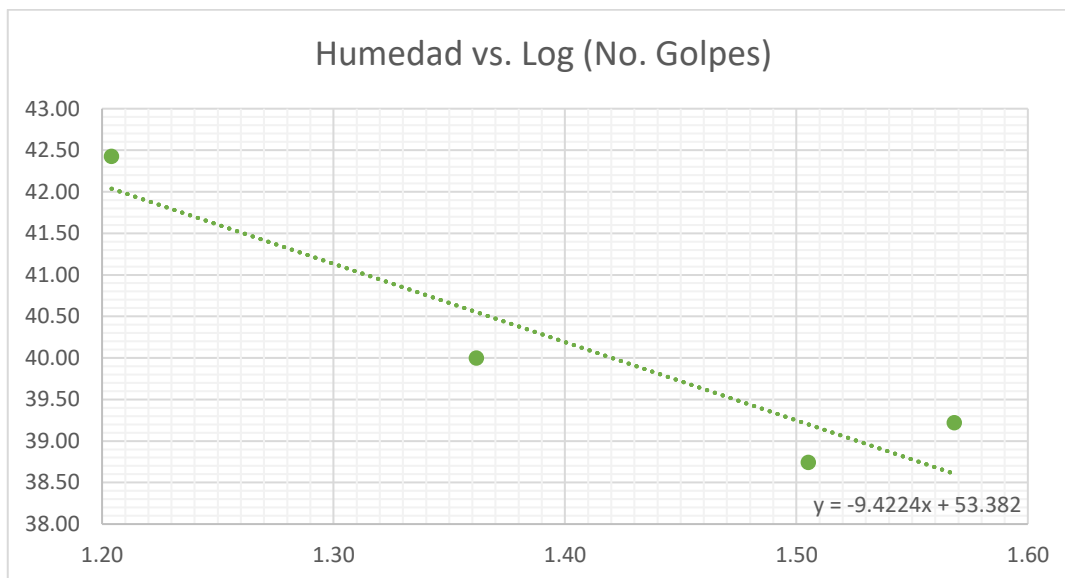
Lavado sobre el tamiz #200			
# de recipiente			C21
Peso del recipiente	[g]	A	151.7
Peso del recipiente + muestra seca antes del lavado	[g]	B	1536.7
Peso de la muestra antes del lavado	[g]	$C = (B - A)$	1385
Peso del recipiente + muestra después del lavado y secado al horno	[g]	D	452.9
Peso de la muestra seca después del lavado	[g]	$E = (D - A)$	301.2
Peso del material fino	[g]	$F = (C - E)$	1083.8
Porcentaje de finos	[%]	$G = \frac{F}{C} * 100$	78.25



LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO
 Referencia: ASTM D4318-10

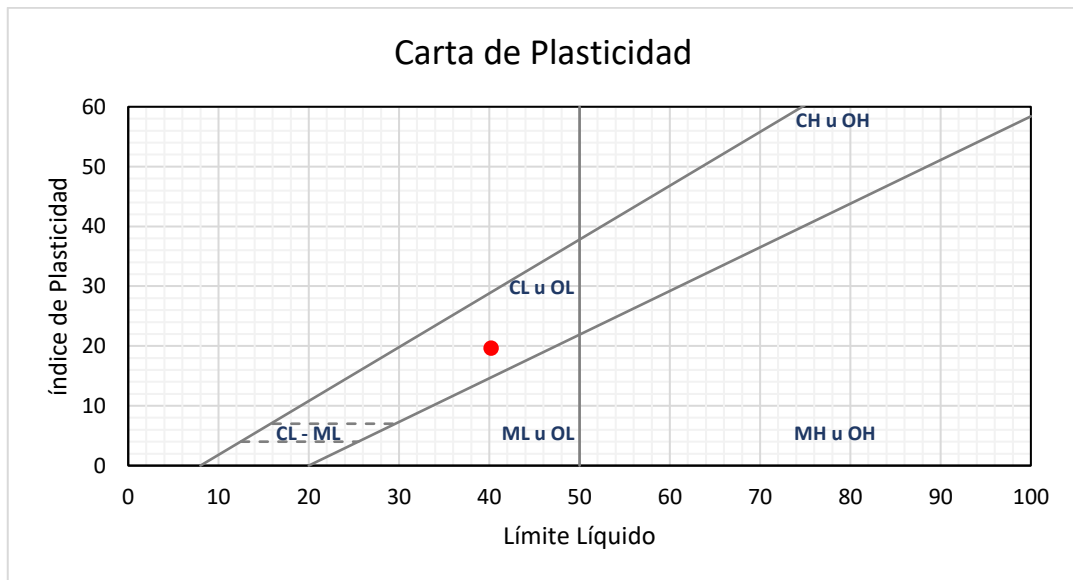
Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	2
Grupo:	2	Muestra:	Embalse
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	16 de junio de 2021

Límite Líquido						
No. Ensayo			1	2	3	4
No. Recipiente			27	30	16	54
Peso de recipiente + muestra húmeda	[g]	<i>A</i>	16.06	16.47	15.76	17.43
Peso de recipiente + muestra seca	[g]	<i>B</i>	13.09	13.53	13.11	14.3
Peso de recipiente	[g]	<i>C</i>	6.09	6.18	6.27	6.32
Peso del agua	[g]	$D = (A - B)$	2.97	2.94	2.65	3.13
Peso de la muestra seca	[g]	$E = (B - C)$	7	7.35	6.84	7.98
Porcentaje de humedad	[%]	$F = \frac{D}{E} * 100$	42.43	40.00	38.74	39.22
No. de golpes			<i>G</i>	16	23	32
Log (No. de golpes)			$H = \log(G)$	1.2041	1.3617	1.5051



Límite Plástico				
No. Ensayo			1	2
No. Recipiente			31	115
Peso de recipiente + muestra húmeda	[g]	<i>A</i>	13.3	12.08
Peso de recipiente + muestra seca	[g]	<i>B</i>	12.04	11.06
Peso de recipiente	[g]	<i>C</i>	5.95	6.06
Peso del agua	[g]	$D = (A - B)$	1.26	1.02
Peso de la muestra seca	[g]	$E = (B - C)$	6.09	5
Porcentaje de humedad	[%]	$F = \frac{D}{E} * 100$	20.69	20.40
Promedio de humedad	[%]		20.54	

Límite Líquido (LL)	[%]	<i>A</i>	40.21
Límite Plástico (LP)	[%]	<i>B</i>	20.54
Índice de Plasticidad (IP)	[%]	$C = (A - B)$	19.67



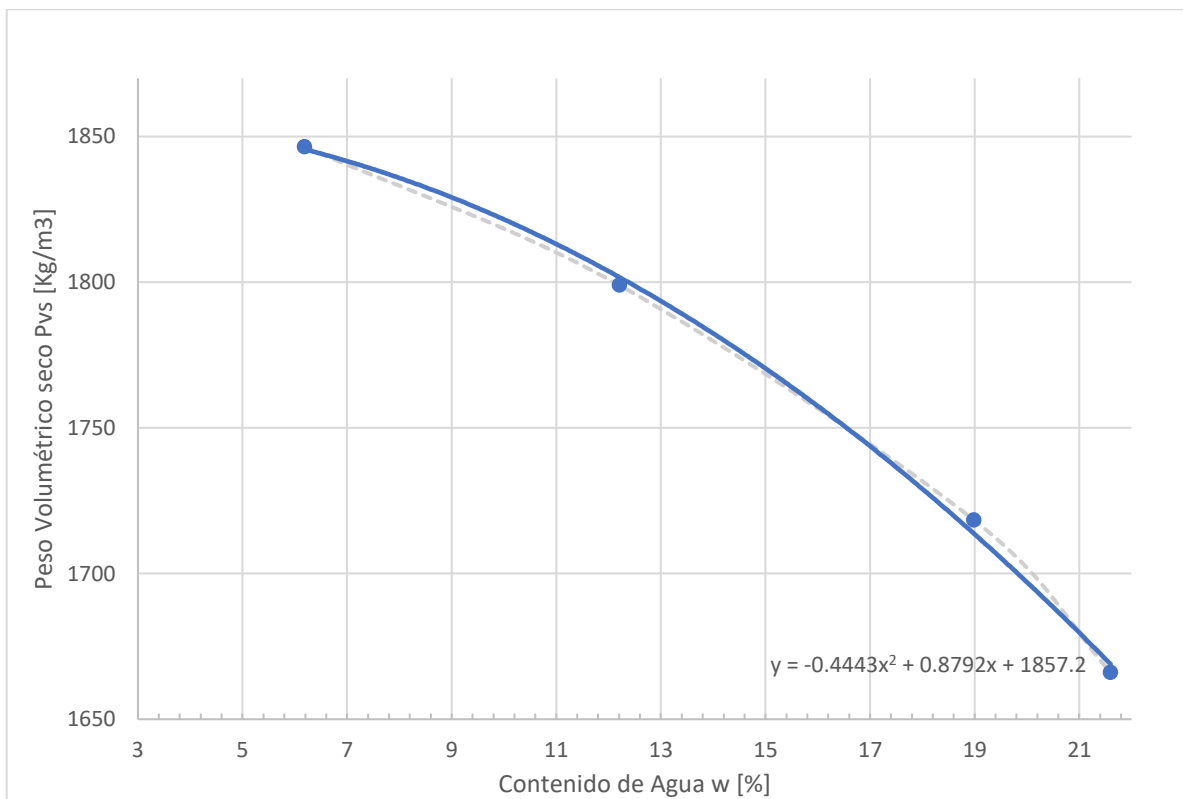


PRUEBA PROCTOR MODIFICADO
 Referencia: AASHTO T-180

Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	2
Grupo:	2	Muestra:	Embalse
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	16 de junio de 2021

Proctor Modificado							
Volumen del cilindro [m ³]:	0.000943	Peso del cilindro + Base [Kg]:	2.0395	Número de golpes:	25	Número de capas:	5

Cant. Agua [cm ³]	Rcp. No.	Peso tierra húmeda + rcp [g]	Peso tierra seca + rcp [g]	Peso del rcp. [g]	Peso del agua [g]	Peso seco [g]	ω [%]	Peso tierra húmeda + cilindro [g]	Peso tierra húmeda [g]	$1 + \frac{\omega}{100}$	Peso tierra seca [g]	Peso Volumétrico seco [Kg/m ³]
125	18	1664.6	1576.8	157.5	87.8	1419.3	6.19	3888.5	1849	1.0619	1741.28	1846.53
200	5	1369	1236.3	149	132.7	1087.3	12.20	3943	1903.5	1.1220	1696.46	1799.00
287.5	1	1429.2	1226.2	156.9	203	1069.3	18.98	3967.6	1928.1	1.1898	1620.46	1718.41
375	22	1331.4	1120.58	144.5	210.82	976.08	21.60	3950	1910.5	1.2160	1571.15	1666.12



Peso volumétrico máximo
 $\gamma_d \max$ 1845.6 [Kg/m³]

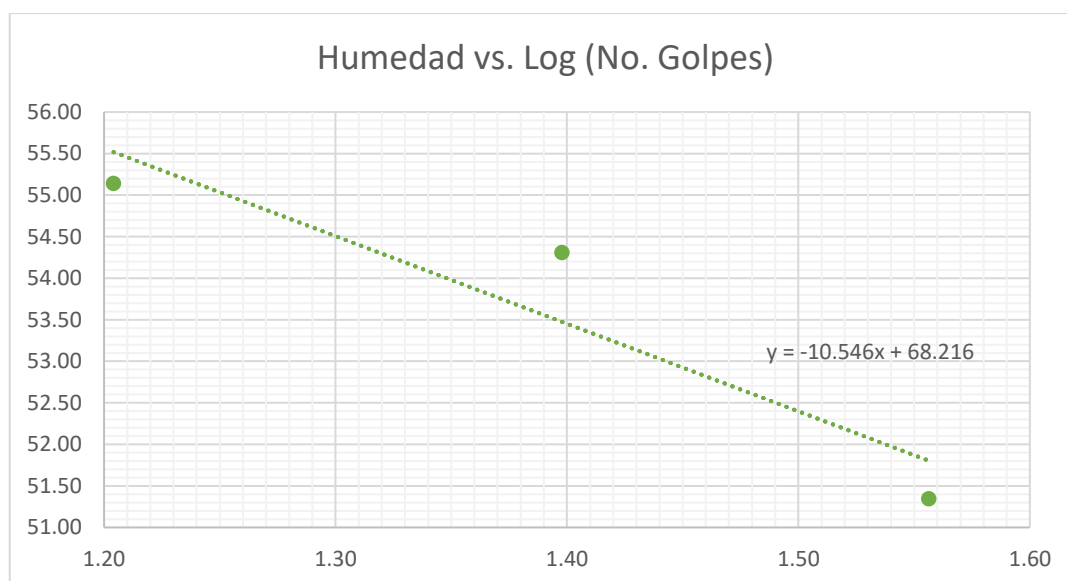
Humedad óptima
 ω_{optima} 6.2 [%]



LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO
 Referencia: ASTM D4318-10

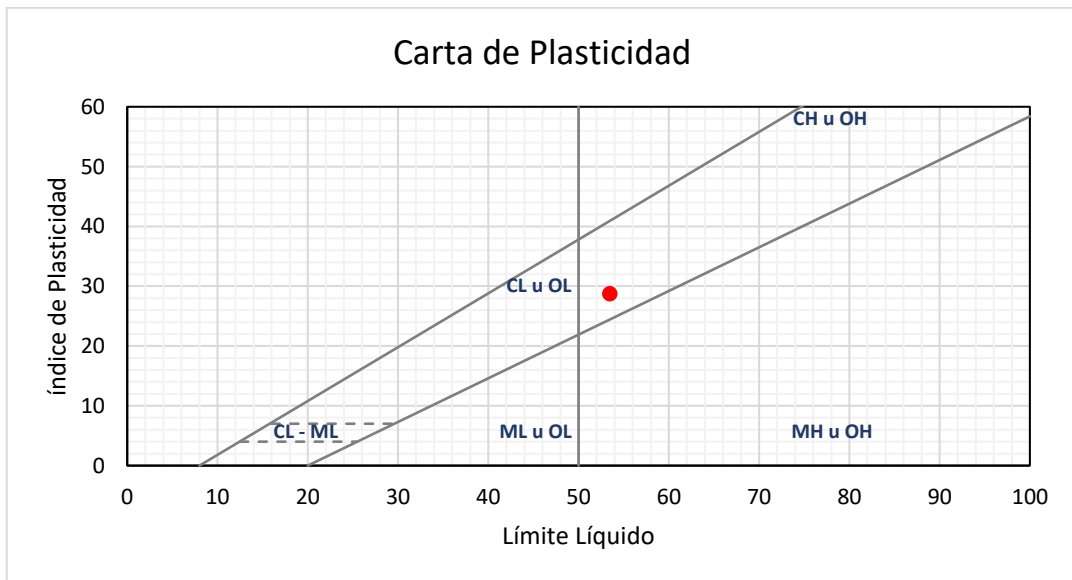
Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	3
Grupo:	2	Muestra:	Cauce de Río
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	25 de junio de 2021

Límite Líquido			
No. Ensayo			
No. Recipiente		1	2
Peso de recipiente + muestra húmeda	[g]	A	3
Peso de recipiente + muestra seca	[g]	B	113
Peso de recipiente	[g]	C	13.26
Peso del agua	[g]	$D = (A - B)$	10.74
Peso de la muestra seca	[g]	$E = (B - C)$	6.17
Porcentaje de humedad	[%]	$F = \frac{D}{E} * 100$	6.17
No. de golpes		G	36
Log (No. de golpes)		$H = \log(G)$	1.5563



Límite Plástico				
No. Ensayo			1	2
No. Recipiente			27	54
Peso de recipiente + muestra húmeda	[g]	<i>A</i>	13.24	11.9
Peso de recipiente + muestra seca	[g]	<i>B</i>	11.83	10.79
Peso de recipiente	[g]	<i>C</i>	6.1	6.33
Peso del agua	[g]	$D = (A - B)$	1.41	1.11
Peso de la muestra seca	[g]	$E = (B - C)$	5.73	4.46
Porcentaje de humedad	[%]	$F = \frac{D}{E} * 100$	24.61	24.89
Promedio de humedad	[%]		24.75	

Límite Líquido (LL)	[%]	<i>A</i>	53.47
Límite Plástico (LP)	[%]	<i>B</i>	24.75
Índice de Plasticidad (IP)	[%]	$C = (A - B)$	28.73



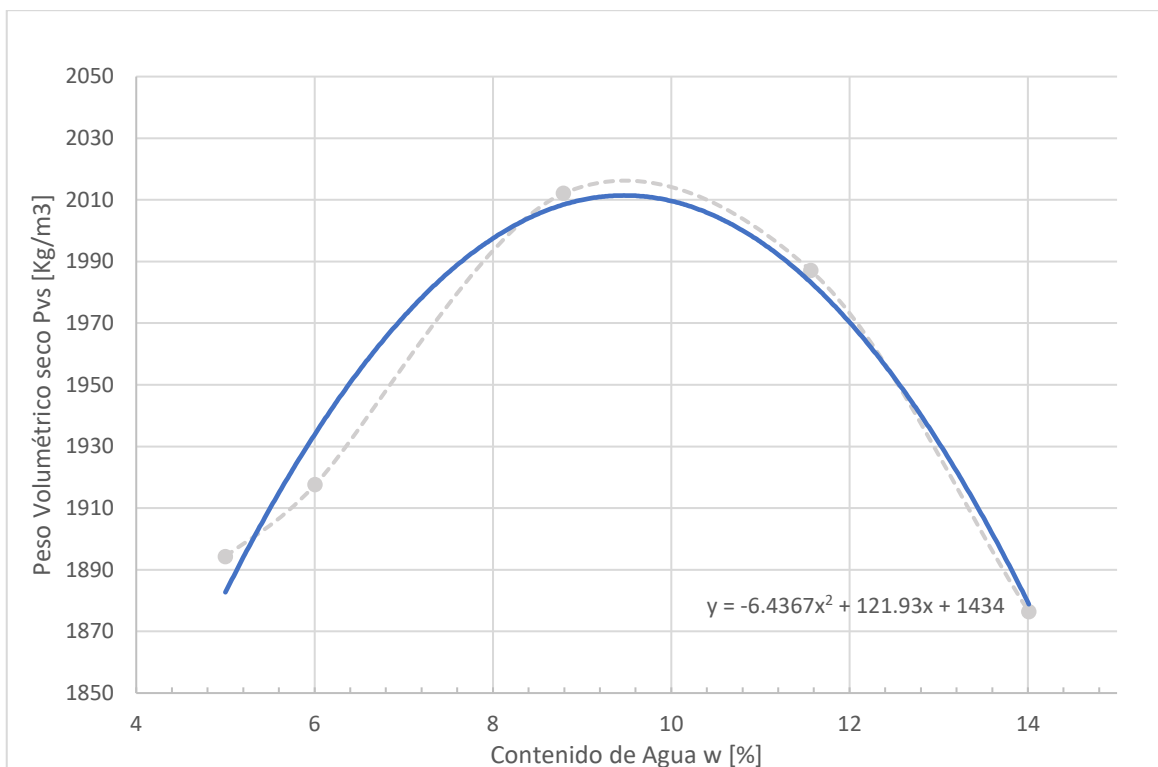


PRUEBA PROCTOR MODIFICADO
 Referencia: AASHTO T-180

Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	3
Grupo:	2	Muestra:	Cauce de Río
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	25 de junio de 2021

Proctor Modificado					
Volumen del cilindro [m ³]:	0.000943	Peso del cilindro + Base [Kg]:	2.0395	Número de golpes:	25
				Número de capas:	5

Cant. Agua [cm ³]	Rcp. No.	Peso tierra húmeda + rcp [g]	Peso tierra seca + rcp [g]	Peso del rcp. [g]	Peso del agua [g]	Peso seco [g]	ω [%]	Peso tierra húmeda + cilindro [g]	Peso tierra húmeda [g]	$1 + \frac{\omega}{100}$	Peso tierra seca [g]	Peso Volumétrico seco [Kg/m ³]
75	14	1780.2	1702.7	152.6	77.5	1550.1	5.00	3915.1	1875.6	1.0500	1786.29	1894.26
100	28	1656.9	1571.75	154.1	85.15	1417.65	6.01	3956.4	1916.9	1.0601	1808.29	1917.59
150	26	1691	1565.94	143.4	125.06	1422.54	8.79	4103.7	2064.2	1.0879	1897.39	2012.08
225	P3	1776.7	1608.7	156.1	168	1452.6	11.57	4130	2090.5	1.1157	1873.79	1987.05
325	23	2206.2	1953.6	150.7	252.6	1802.9	14.01	4056.8	2017.3	1.1401	1769.39	1876.35



Peso volumétrico máximo
 $\gamma_d \max$ 2011.4 [Kg/m³]

Humedad óptima
 ω_{optima} 9.45 [%]



PERMEABILIDAD

Referencia: ASTM D2434, AASHTO T-215

Materia:	Materia Integradora	Sondeo:	3
Grupo:	2	Muestra:	Cauce de Río
Tema:	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en Sacachún, provincia de Santa Elena	Profundidad:	1 m
Localización:	Comuna Sacachún, Santa Elena	Elaborado por:	Daniela Stay, Ronaldo Novillo
		Fecha de ensayo:	30 de junio de 2021

Carga Variable			
Longitud del cilindro de muestra	[cm]	<i>L</i>	13.64
Área de la muestra	[cm ²]	<i>A</i>	31.37
Área del tubo capilar	[cm ²]	<i>a</i>	0.15

T [°C]	Cv
20	1.0000
21	0.9761
22	0.9531
23	0.9311
24	0.9097
25	0.8893
26	0.8694
27	0.8702
28	0.8318
29	0.8139
30	0.7967

Medición No.	Fecha	Tiempo	Lectura h	Temp.
		[h:min]	[cm]	[°C]
1	30-jun	12:40	78.8	26
2	30-jun	16:12	62.5	26
3	1-jul	8:48	14.4	26

$$K_{20^\circ} = \frac{L * a * C_v}{A * t} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

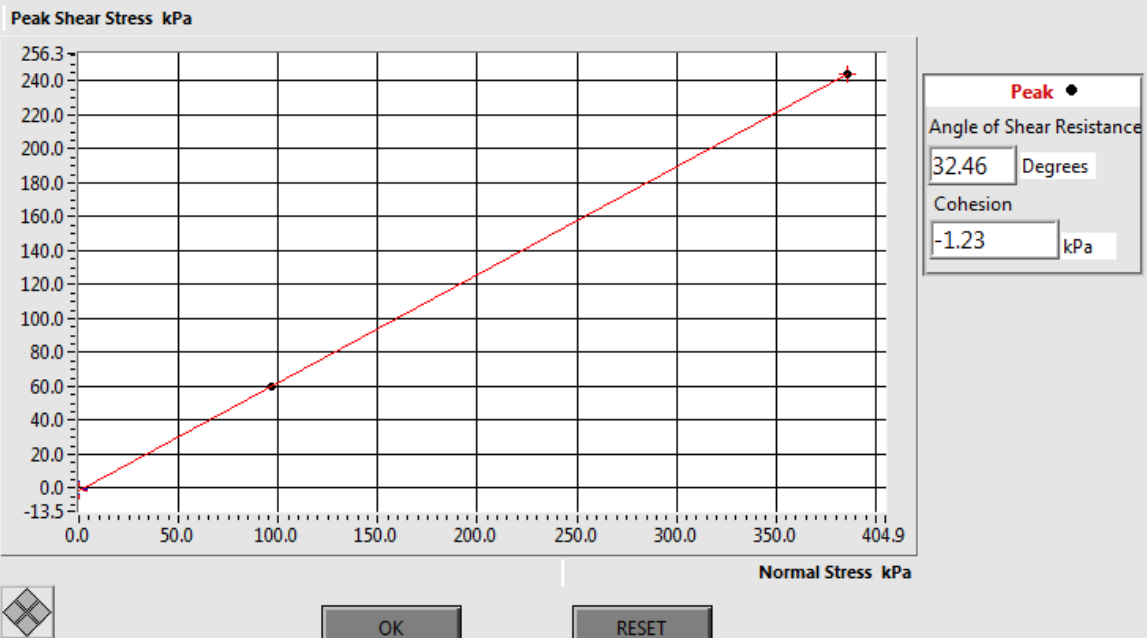
K1 (Intervalo 1-2)		
h1	78.8	[cm]
h2	62.5	[cm]
Δt	3	[h]
	32	[min]
t	12720	[seg]
K1	1.033E-06	[cm/seg]

K2 (Intervalo 1-3)		
h1	78.8	[cm]
h2	14.4	[cm]
Δt	20	[h]
	8	[min]
t	72480	[seg]
K2	1.330E-06	[cm/seg]

Shear Strength by Direct Shear (Small Shear Box)

Test Summary		
Reference	A	B
Normal Stress	96.4 kPa	385.6 kPa
Peak Strength	60.1 kPa	244.0 kPa
Corresponding Horizontal Displacement	6.882 mm	7.689 mm
Residual Stress	N/A	N/A
Rate of Shear Displacement	Stage 1: 0.0511mm/min	Stage 1: 0.0415mm/min
Final Height	18.38 mm	16.03 mm
Sample Area	3600.00 mm ²	3600.00 mm ²
Initial Wet Unit Weight	19.30 kN/m ³	19.75 kN/m ³
Initial Dry Unit Weight	16.54 kN/m ³	16.89 kN/m ³
Final Wet Unit Weight	23.11 kN/m ³	26.60 kN/m ³
Final Dry Unit Weight	18.00 kN/m ³	21.07 kN/m ³
Final Moisture Content	28.37 %	26.23 %
Particle Specific Gravity	2.65	2.65
Final Void Ratio	0.4439	0.2336
Final Saturation	169.34%	297.61%

Maximum Shear Stress vs Normal Stress



APÉNDICE B

REGULARIZACION AMBIENTAL

FORMULARIO DE REGISTRO AMBIENTAL

TRAMITE(SUIA)	LICENCIA AMBIENTAL
FECHA	21/07/2021
PROPONENTE	RONALDO NOVILLO SERRANO, DANIELA STAY ARÉVALO
ENTE RESPONSABLE	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA

Registro Ambiental 1. <u>Información del proyecto</u> 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	1. INFORMACION DEL PROYECTO				
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)				
	Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en la Comuna Sacachún, Provincia de Santa Elena				
	1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)				
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Código de catalogo</td> <td>Construcción de reservorios con capacidad de almacenamiento mayor a 10.000 m3</td> </tr> <tr> <td>23.4.2.1.5.5</td> <td></td> </tr> </table>	Código de catalogo	Construcción de reservorios con capacidad de almacenamiento mayor a 10.000 m3	23.4.2.1.5.5	
	Código de catalogo	Construcción de reservorios con capacidad de almacenamiento mayor a 10.000 m3			
23.4.2.1.5.5					
1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)					
Debido a la necesidad de una fuente de abastecimiento de agua en la comuna Sacachún durante el periodo seco, se propone el diseño de una presa colinar al Este de la vía principal de la comuna. El sitio de estudio presenta una topografía favorable para el almacenamiento del recurso hídrico. Se proyecta la construcción de una presa de tierra, cuyo cuerpo se conformará con material presente en la zona, proveniente de una obra de captación existente que ha sufrido de socavación. La capacidad del embalse propuesto superará más de 287.000 m ³ .					

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. finalización	2. DATOS GENERALES																				
	SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)																				
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">ESTE (X)</th> <th style="width: 33%;">NORTE (Y)</th> <th style="width: 33%;">ALTITUD (msnm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>563260.452</td> <td>9750245.464</td> <td rowspan="9" style="vertical-align: middle;">60-100</td> </tr> <tr> <td>563133.012</td> <td>9750026.119</td> </tr> <tr> <td>563070.517</td> <td>9749707.518</td> </tr> <tr> <td>563275.157</td> <td>9749466.166</td> </tr> <tr> <td>563462.642</td> <td>9749599.684</td> </tr> <tr> <td>563461.416</td> <td>9749841.085</td> </tr> <tr> <td>563422.204</td> <td>9750037.148</td> </tr> <tr> <td>563260.452</td> <td>9750245.464</td> </tr> </tbody> </table>	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)	563260.452	9750245.464	60-100	563133.012	9750026.119	563070.517	9749707.518	563275.157	9749466.166	563462.642	9749599.684	563461.416	9749841.085	563422.204	9750037.148	563260.452	9750245.464
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (msnm)																		
	563260.452	9750245.464	60-100																		
	563133.012	9750026.119																			
	563070.517	9749707.518																			
	563275.157	9749466.166																			
	563462.642	9749599.684																			
	563461.416	9749841.085																			
563422.204	9750037.148																				
563260.452	9750245.464																				
ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)																					
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Construcción</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Rehabilitación y/o Ampliación</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Operación y mantenimiento</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>Cierre y Abandono</td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento	<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono													
<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción																				
<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación																				
<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento																				
<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono																				
DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD																					
Comuna Sacachún																					
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">PROVINCIA</th> <th style="width: 33%;">CANTON</th> <th style="width: 33%;">PARROQUIA</th> </tr> <tr> <td>Santa Elena</td> <td>Santa Elena</td> <td>Simón Bolívar</td> </tr> </table>	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	Santa Elena	Santa Elena	Simón Bolívar															
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA																			
Santa Elena	Santa Elena	Simón Bolívar																			
TIPO DE ZONA																					
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30px;">Urbana</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Rural</td> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Urbana	<input type="checkbox"/>	Rural	<input checked="" type="checkbox"/>																	
Urbana	<input type="checkbox"/>																				
Rural	<input checked="" type="checkbox"/>																				

DATOS DEL PROMOTOR									
NOMBRE									
PhD. Miguel Ángel Chávez									
CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR					TELEFONO/CELULAR				
machecudad@gmail.com					0999480001				
DOMICILIO DEL PROMOTOR									
CARACTERISTICAS DE LA ZONA									
Infraestructura:									
<input type="checkbox"/> Industrial <input checked="" type="checkbox"/> Otros: Saneamiento (Desechos sólidos)									
DESCRIPCION DE LA ZONA									
Bosque seco tropical, con escasa vegetación frondosa									
ESPACIO FISICO DEL PROYECTO									
Área del proyecto (m ²)			Área de implantación (m ²)			4165.8			
Agua potable	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	Consumo de agua por mes (m ³)				
Energía eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)				
Acceso vehicular	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	NO	Tipo de vías:		Vías Principales	1	
Alcantarillado	<input type="checkbox"/>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO			Vías Secundarias	3	
SITUACION DEL PREDIO									
<input type="checkbox"/> Alquiler <input type="checkbox"/> Concesionadas <input checked="" type="checkbox"/> Propia <input type="checkbox"/> Otros									

3. MARCO LEGAL REFERENCIAL	
Usted deberá ajustarse al siguiente marco legal	
NORMATIVAS	
Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. <u>Marco legal referencial</u> 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	Constitución de la República del Ecuador Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas: 27. El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza. Art. 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural
	Ley de Gestión Ambiental Art. 19.- Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio. Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo
	Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario Art.- Los centros agrícolas, cámaras de agricultura y organizaciones campesinas sujetas de crédito del Banco Nacional de Fomento y las empresas importadoras de maquinaria, equipos, herramientas e implementos de uso agropecuario, nuevos de fábrica, podrán también importar dichos bienes reconstruidos o repotenciados, que no se fabriquen en el país, dotados de los elementos necesarios para prevenir la contaminación del medio ambiente, previa autorización del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la obligación de mantener una adecuada provisión y existencia de repuestos para

	<p>estos equipos, así como del suministro de servicios técnicos de mantenimiento y reparación durante todo el período de vida útil de estos bienes, reconociéndose como máximo para el efecto, el período de diez años desde la fecha de la importación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería sancionará a las empresas importadoras de equipos reconstruidos o repotenciados, que no suministren inmediatamente los repuestos o servicios, con una multa de mil a cinco mil dólares de los Estados Unidos de Norteamérica y, dichas empresas quedarán obligadas a indemnizar al comprador tanto por daño emergente como por lucro cesante, por todo el tiempo que la maquinaria o equipos estuvieren paralizados por falta de repuestos o servicios de reparación</p>
	<p>Acuerdo Ministerial 134</p> <p>Mediante Acuerdo Ministerial 134 publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 812 de 18 de octubre de 2012, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 076, publicado en Registro Oficial Segundo Suplemento No. 766 de 14 de agosto de 2012, se expidió la Reforma al artículo 96 del Libro III y artículo 17 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 3516 de Registro Oficial Edición Especial No. 2 de 31 de marzo de 2003; Acuerdo Ministerial No. 041, publicado en el Registro Oficial No. 401 de 18 de agosto de 2004; Acuerdo Ministerial No. 139, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 164 de 5 de abril de 2010, con el cual se agrega el Inventario de Recursos Forestales como un capítulo del Estudio de Impacto Ambiental</p>
	<p>Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas</p> <p>Art. 150.- Los constructores y contratistas respetarán las ordenanzas municipales y la legislación ambiental del país, adoptarán como principio la minimización de residuos en la ejecución de la obra. Entran dentro del alcance de este apartado todos los residuos (en estado líquido, sólido o gaseoso) que genere la propia actividad de la obra y que en algún momento de su existencia pueden representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o del medio ambiente.</p> <p>Art. 151.- Los constructores y contratistas son los responsables de la disposición e implantación de un plan de gestión de los residuos generados en la obra o centro de trabajo que garantice el cumplimiento legislativo y normativo vigente</p>
	<p>Acuerdo Ministerial No. 061</p> <p>Art. 262 "De los Informes Ambientales de Cumplimiento. - Las actividades regularizadas mediante un Registro Ambiental serán controladas mediante un Informe Ambiental de Cumplimiento, inspecciones, monitoreos y demás establecidos por la Autoridad Ambiental Competente.</p> <p>Estos Informes, deberán evaluar el cumplimiento de lo establecido en la normativa ambiental, plan de manejo ambiental, condicionantes establecidas en el permiso ambiental respectivo y otros que la autoridad ambiental lo establezca. De ser el caso el informe ambiental contendrá un Plan de Acción que contemple medidas correctivas y/o de rehabilitación.</p> <p>Art. 263 De la periodicidad y revisión. - Sin perjuicio que la Autoridad Ambiental Competente pueda disponer que se presente un Informe Ambiental de Cumplimiento en cualquier momento en función del nivel de impacto y riesgo de la actividad, una vez cumplido el año de otorgado el registro ambiental a las actividades, se deberá presentar el primer informe ambiental de cumplimiento; y en lo posterior cada dos (2) años contados a partir de la presentación del primer informe de Cumplimiento.</p>
	<p>Reglamento para Funcionamiento de Aeropuertos en Ecuador</p> <p>Ordenanza que Regula la Aplicación del Subsistema de Manejo Ambiental, Control y Seguimiento Ambiental en el cantón Guayaquil</p>
	<p>He leído y comprendo las Normativas <input checked="" type="checkbox"/></p>

Registro Ambiental	4. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS – FASES		
	MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	ACTIVIDAD	IMPACTOS POTENCIALES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización 	<p>Maquinaria: retroexcavadora, cargadora, volqueta, rodillo, motoniveladora, herramientas menores</p> <p>Insumo: Diesel (se abastece en gasolineras)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desbroce • Limpieza • Replanteo • Movimiento de tierras • Relleno con material de sitio • Compactación 	<p>Alteración del suelo.</p> <p>Contaminación del aire por material particulado y gases de combustión de vehículo pesado.</p> <p>Contaminación del aire por ruido.</p> <p>Alteración del Paisaje.</p> <p>Riesgos de accidentes por falta de IPP del personal.</p> <p>Riesgos de accidentes por falta de señalización.</p>

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. <u>Descripción del área de implantación</u> 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN		
	CLIMA		
	Clima	<input type="checkbox"/> Cálido - húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Cálido - seco	
	Tipo de Suelo		
	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Francos <input type="checkbox"/> Saturados	<input checked="" type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Otros
	Pendiente del Suelo		
	Pendiente del suelo	<input type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input checked="" type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)	<input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado)
	Demografía (población más cercana)		
	Demografía	<input checked="" type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 hbts. <input type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 hbts.	<input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 hbts. <input type="checkbox"/> Más de 100.000 hbts.
	Abastecimiento de agua población		
	Abastecimiento de agua población	<input checked="" type="checkbox"/> Agua lluvia <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Grifo publico <input checked="" type="checkbox"/> Tanquero	<input checked="" type="checkbox"/> Agua potable <input checked="" type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales <input checked="" type="checkbox"/> Pozo profundo
	Evacuación de aguas servidas población		
Evacuación de aguas servidas población	<input type="checkbox"/> Alcantarillado <input checked="" type="checkbox"/> Fosa séptica <input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Letrina	
Electrificación			
Electrificación	<input type="checkbox"/> Planta eléctrica <input type="checkbox"/> Otra	<input checked="" type="checkbox"/> Red publica	
Vialidad y acceso a la población			
	<input type="checkbox"/> Caminos vecinales	<input type="checkbox"/> Vías principales	

	Vialidad y acceso a la población	<input checked="" type="checkbox"/> Vías secundarias	<input type="checkbox"/> Otras
	Organización social		
	Organización social	<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización)	<input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)
		<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)	
Componente fauna			
Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto	<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 snm)	<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)	
Grupos faunísticos	<input type="checkbox"/> Anfibios	<input checked="" type="checkbox"/> Aves	
	<input checked="" type="checkbox"/> Insectos	<input checked="" type="checkbox"/> Mamíferos	
	<input type="checkbox"/> Peces	<input type="checkbox"/> Reptiles	
	<input type="checkbox"/> Ninguna		

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. <u>Principales impactos ambientales</u> 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. Inventario forestal 9. Finalización	6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES		
	MATERIALES E INSUMOS		
	ACTIVIDAD	FACTOR	IMPACTO
<ul style="list-style-type: none"> Transporte de materiales de construcción Movimiento de Maquinaria y Equipo Excavación, relleno y compactación de material granular 	SUELO AIRE AGUA	Cambios en los patrones de drenaje Emisiones de material particulado, gases, ruido Cambios en la calidad del suelo Salud y seguridad de los trabajadores. Generación de empleo.	

Registro Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área	7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (ingresar los planes que apliquen a su proyecto, obra o actividad)				
	Plan de prevención y mitigación de impactos (PPM)				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
Manejo de maquinaria, equipos y transporte de materiales Verificar el estado y documentación de la maquinaria utilizada en el proyecto y de los	Fiscalizador			-	

de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. <u>Plan de manejo ambiental (PMA)</u> 8. Inventario forestal 9. Finalización	operadores.				
	Plan de relaciones comunitarias (PRC)				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Capacitación y educación ambiental				
	Socialización del alcance del proyecto y sus expectativas, con la población.	Fiscalizador			-
	Implementar señalización de tipo informativo, preventivo y prohibitivo	Contratista			\$ 150
	Plan de seguridad y salud ocupacional (PSSO)				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Programa de seguridad, salud e higiene personal				
	Se deben proporcionar servicios básicos, equipo para extinción de incendios e instrumentos de primeros auxilios al campamento temporal.	Contratista			\$ 70
	Proveer de equipos de protección personal al personal de obra.	Contratista			\$ 100
	Realizar charlas periódicas de seguridad en el sitio de trabajo.	Fiscalizador			-
	Plan de monitoreo y seguimiento (PMS)				
	Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto
	Control de la calidad del aire				
	Establecer controles periódicos para asegurar que la maquinaria de construcción no emita gases de combustión superiores a los límites máximos permisibles.	Contratante Contratista Fiscalizador			\$ 2 000
	Mantener niveles de ruido dentro de los estándares permisibles.	Contratista			-
Plan de cierre, abandono y entrega del área (PCA)					
Actividad	Responsable	Fecha inicio	Fecha fin	Presupuesto	
Restauración ambiental					

	Retiro y cierre de campamento. Colocación de letreros ambientales informativos en zonas periféricas	Contratista Contratista													- \$ 400
Cronograma del Plan de Manejo Ambiental															
	PMA	semanas												Costo	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	\$	
	<i>Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.</i>	X													0
	<i>Plan de Relaciones Comunitarias</i>	X	X												150
	<i>Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	170
	<i>Plan de Monitoreo y Seguimiento.</i>				X				X				X		2000
	<i>Plan de Cierre, abandono y entrega del área.</i>												X		400

Registro Ambiental	8. INVENTARIO FORESTAL
<ol style="list-style-type: none"> 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Marco legal referencial 4. Descripción del proceso 5. Descripción del área de implantación 6. Principales impactos ambientales 7. Plan de manejo ambiental (PMA) 8. <u>Inventario forestal</u> 9. Finalización 	<p>¿Su proyecto tiene remoción de cobertura vegetal nativa?</p> <p> <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO </p>



Sr/a.

JOPAD CONSULTORES CIA. LTDA.

STAY AREVALO MARTHA ANDREA

En su despacho

CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN CON EL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SNAP), PATRIMONIO FORESTAL NACIONAL Y ZONAS INTANGIBLES Y CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL PARA EL PROYECTO:

"ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR #2 EN LA COMUNA SACACHÚN, PROVINCIA DE SANTA ELENA"

1.-ANTECEDENTES

A través del Sistema Único de Información Ambiental – SUIA, el operador **JOPAD CONSULTORES CIA. LTDA.** del proyecto obra o actividad, adjunta el documento de coordenadas UTM en el sistema de referencia DATUM: WGS-84 Zona 17 Sur y solicita a esta Cartera de Estado el Certificado de Intersección con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles y Categorización Ambiental; ubicado en:

Provincia	Cantón	Parroquia
SANTA ELENA	SANTA ELENA	SIMÓN BOLÍVAR (JULIO MORENO)

2.-CÓDIGO DE PROYECTO: MAAE-RA-2021-401694

El proceso de Regularización Ambiental de su proyecto debe continuar en: **GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA.**

3.-RESULTADOS

Del proceso automático ejecutado a la información registrada en el Sistema Único de Información Ambiental - SUIA, se obtiene que el proyecto, obra o actividad ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR #2 EN LA COMUNA SACACHÚN, PROVINCIA DE SANTA ELENA, **NO INTERSECA** con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal Nacional y Zonas Intangibles.

Adicional el proyecto **MAAE-RA-2021-401694** interseca con las áreas especiales para la conservación de la Biodiversidad

ECOSISTEMAS: BOSQUE BAJO Y ARBUSTAL DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO

ECOSISTEMAS: BOSQUE DECIDUO DE TIERRAS BAJAS DEL JAMA-ZAPOTILLO

Cobertura y Uso de la Tierra: MOSAICO AGROPECUARIO

4.-CATÁLOGO DE PROYECTOS, OBRAS O ACTIVIDADES:

De la información ingresada por el operador **JOPAD CONSULTORES CIA. LTDA.** del proyecto, obra o actividad; y de acuerdo al proceso de categorización ambiental automático en el sistema de Regularización y Control Ambiental del SUIA, se determina que:

TIPO DE IMPACTO: MEDIO.

ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR #2 EN LA COMUNA SACACHÚN, PROVINCIA DE SANTA ELENA, código CIU E3600.01, le corresponde: **LICENCIA AMBIENTAL.**

Yo, **STAY AREVALO MARTHA ANDREA** con cédula de identidad **0919989293**, declaro bajo juramento que toda la información ingresada corresponde a la realidad y reconozco la responsabilidad que genera la falsedad u ocultamiento de proporcionar datos falsos o errados, en atención a lo que establece el artículo 255 del Código Orgánico Integral Penal, que señala: "*Falsedad u ocultamiento de información ambiental.- La persona que emita o proporcione información falsa u oculte información que sea de*

sustento para la emisión y otorgamiento de permisos ambientales, estudios de impactos ambientales, auditorías y diagnósticos ambientales, permisos o licencias de aprovechamiento forestal, que provoquen el cometimiento de un error por parte de la autoridad ambiental, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años".

STAY AREVALO MARTHA ANDREA

La información geográfica utilizada para la emisión del presente Certificado de Intersección corresponde a:

Información Geográfica Oficial del MAEA:

MAR TERRITORIAL (17/06/2020)
OFICINAS_TECNICAS (09/07/2020)
Área bajo Conservación - PSB (26/02/2020)
Organización Territorial Provincial (26/02/2020)
Humedal RAMSAR (26/02/2020)
Bosque y Vegetación Natural (26/02/2020)
Patrimonio Forestal Nacional (26/02/2020)
Zona de Amortiguamiento Yasuni (26/02/2020)
Zona Intangible (26/02/2020)
Reserva de Biosfera (26/02/2020)
ZONIFICACION SNAP (16/03/2020)
LIMITE INTERNO 20 KM (17/03/2020)
ECOSISTEMAS (26/02/2020)
Cobertura y Uso de la Tierra (26/02/2020)
Sistema Nacional de Área Protegida / SNAP (26/02/2020)

Nota: Información geográfica detallada disponible en el mapa interactivo del Ministerio del Ambiente y Agua.

La cobertura geográfica de corredores de conectividad se encuentra en desarrollo, sin embargo, conforme al RCOA esta cobertura geográfica si se considerará en el certificado ambiental.

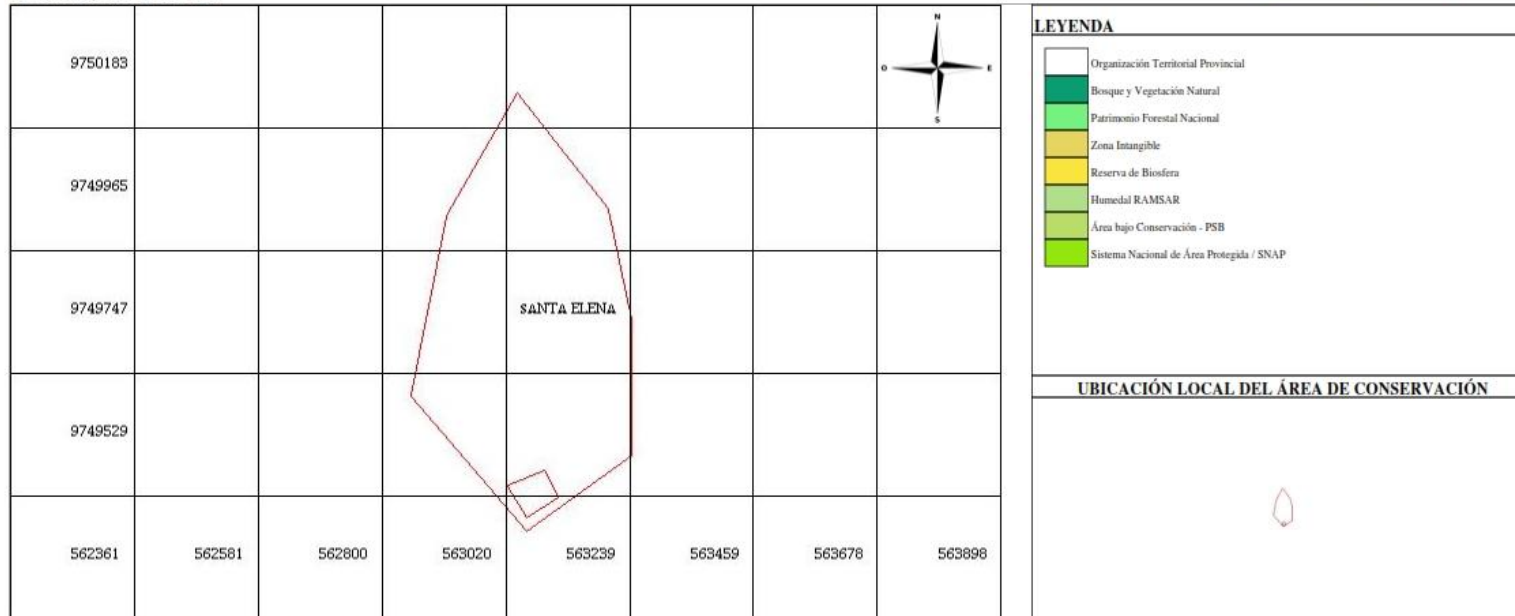
Información Geográfica Oficial externa CONALI:

ORGANIZACIÓN TERRITORIAL PROVINCIAL - (19/04/2019)
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL CANTONAL - (19/04/2019)
ORGANIZACIÓN TERRITORIAL PARROQUIAL - (19/04/2019)

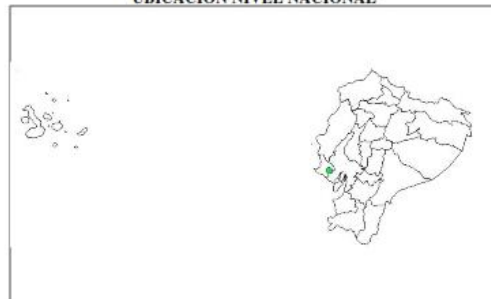
SISTEMA DE REGULARIZACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL.

CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR #2 EN LA COMUNA SACACHÚN, PROVINCIA DE SANTA ELENA

ECUADOR, ESCALA 1 : 5000



UBICACIÓN NIVEL NACIONAL



0 5 10 25 Kilómetros

Sistema de Referencia
WGS 84
Proyección UTM
Zona 17 S

RESULTADO
NO INTERSECA
INFORMATIVO
ECOSISTEMAS Cobertura y Uso de la Tierra

CERTIFICADO DE INTERSECCIÓN
FECHA DE EMISIÓN: jueves 22 de julio 2021
GENERADO POR: S.U.L.A
FUENTE DE DATOS: En el Certificado de Categorización Ambiental e Intersección se encuentran las fechas de actualización de la IG del MAAE y fuentes externas a la fecha de emisión del certificado.



MAAE-RA-2021-401694

**RESUMEN DE LA INFORMACIÓN INGRESADA EN EL
SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL**

CÓDIGO: MAAE-RA-2021-401694

FECHA DE REGISTRO: 22 de julio de 2021

SUPERFICIE: 0.41658

OPERADOR: JOPAD CONSULTORES CIA. LTDA.

ENTE RESPONSABLE: GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE SANTA ELENA

NOMBRE DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD: Estudios y Diseño de Presa Colinar #2 en la Comuna Sacachún, Provincia de Santa Elena

RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD: Debido a la necesidad de una fuente de abastecimiento de agua en la comuna Sacachún durante el periodo seco, se propone el diseño de una presa colinar al Este de la vía principal de la comuna. El sitio de estudio presenta una topografía favorable para el almacenamiento del recurso hídrico. Se proyecta la construcción de una presa de tierra, cuyo cuerpo se conformará con material presente en la zona, proveniente de una obra de captación existente que ha sufrido de socavación. La capacidad del embalse propuesto superará más de 287.000 m3.

SU TRÁMITE CORRESPONDE A UN(A): Licencia Ambiental

EL IMPACTO DE SU ACTIVIDAD: Impacto MEDIO

ACTIVIDADES

Actividad principal CIU	<p>Actividades de captación de agua de: ríos, lagos, pozos, lluvia etcétera; purificación de agua para su distribución; tratamiento de agua para uso industrial y otros usos; distribución de agua por medio de: tuberías, camiones (tanqueros) u otros medios, a usuarios residenciales, comerciales, industriales y de otro tipo.</p> <table border="1" data-bbox="598 1435 1359 1496"> <tr> <td data-bbox="598 1435 979 1496">¿Es un proyecto para potabilización de agua?</td> <td data-bbox="979 1435 1359 1496">No</td> </tr> </table>	¿Es un proyecto para potabilización de agua?	No
¿Es un proyecto para potabilización de agua?	No		
Actividad complementaria 1 CIU	Movimiento de tierras: excavación, nivelación y ordenación de terrenos de construcción, excavación de zanjas, remoción de piedras, voladura, etcétera.		

MAGNITUD DE LA ACTIVIDAD

Por dimensionamiento	Represamiento de agua	Rango	88410 - 1281947
----------------------	-----------------------	-------	-----------------

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Tipo de zona: Rural

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
SANTA ELENA	SANTA ELENA	SIMÓN BOLÍVAR (JULIO MORENO)

DIRECCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

Este de la comuna Sacachún

COORDENADAS DEL ÁREA GEOGRÁFICA EN DATUM WGS 84 ZONA 17 SUR

Shape	X	Y
1	563260.45200	9750245.46400
2	563133.01200	9750026.11900
3	563070.51700	9749707.51800
4	563275.15700	9749466.16600
5	563462.64200	9749599.68400
6	563461.41600	9749841.08500
7	563422.20400	9750037.14800
8	563260.45200	9750245.46400

COORDENADAS DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN EN DATUM WGS 84 ZONA 17 SUR

Shape	X	Y
1	563241.75900	9749546.52500
2	563276.04900	9749489.37500
3	563332.56500	9749527.47500
4	563307.79900	9749574.46500
5	563241.75900	9749546.52500

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Generación de residuos o desechos peligrosos y/o especiales	No
Gestión de residuos o desechos peligrosos y/o especiales	No
Remoción de cobertura vegetal nativa	No
Transporte de sustancias químicas	No
Proyecto declarado de alto impacto ambiental o interés nacional	No
Fabrica, usa o almacena sustancia químicas	No

APÉNDICE C

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	1.1	UNIDAD:	m2		
DETALLE:	DESBROCE Y LIMPIEZA				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.0634
SUBTOTAL M =					0.0634
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /HE	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peon (estr.ocp. E2)	1.000	3.6200	3.6200	0.350	1.2670
					1.352.12
					9.21
SUBTOTAL N =					1.2670
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O =				0.0000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0.0000	
				TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C) 1.3304	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% 0.2661	
				OTROS INDIRECTOS %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO 1.5965	
Guayaquil, 18/08/2021				VALOR OFERTADO	\$ 1.60

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	1.2	UNIDAD:	m2		
DETALLE:	REPLANTEO CON INSTRUMENTO TOPOGRÁFICO				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.0533
Equipo de topografía	1.000	3.7500	3.7500	0.08000	0.3000
SUBTOTAL M =					0.3533
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	DIURNAL /HE	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Peon (estr. ocp. E2)	1.000	3.6200	3.6200	0.080	0.2896
Topografo	1.000	4.0400	4.0400	0.080	0.3232
Cadenero	1.000	3.6500	3.6500	0.080	0.2920
Maestro de obra	0.500	4.0400	2.0200	0.080	0.1616
SUBTOTAL N =					1.0664
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tira de encofrado semiduras	u	0.200	1.1300	0.2260	
SUBTOTAL O =				0.2260	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Transporte madera	u/km	0.200	0.400	0.288	
SUBTOTAL P =				0.2880	
			TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)	1.9337	
			INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%	0.3867	
			OTROS INDIRECTOS %		
			COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.3204	
Guayaquil, 18/08/2021			VALOR OFERTADO	\$ 2.32	

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	1.3	UNIDAD:	m2		
DETALLE:	BODEGA DE MADERA Y CUBIERTA METÁLICA				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.6248
SUBTOTAL M =					0.6248
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /H	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro de obra	1.000	4.0600	4.0600	1.100	4.4660
Peón	1.000	3.6500	3.6500	1.100	4.0150
Carpintero	1.000	3.6500	3.6500	1.100	4.0150
SUBTOTAL N =					12.4960
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Tabla dura de encofrado	u	5.000	4.5000	22.5000	
Cuartón	u	2.000	2.6000	5.2000	
Estilpanel galvanne AR-5 e: 0.40 mm	m2	1.100	11.5500	12.7050	
Clavos 2"x8"	Lb	0.880	0.8500	0.7480	
Tiras	u	2.000	1.1300	2.2600	
SUBTOTAL O =					43.4130
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Transporte madera	u/km	5.000	0.400	0.288	
SUBTOTAL P =					0.2880
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)					56.8218
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					11.3644
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					68.1862
VALOR OFERTADO					\$ 68.19
Guayaquil, 18/08/2021					

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	2.1	UNIDAD:	m ³		
DETALLE:	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.0292
Retroexcavadora (75 hp)	1.000	35.0000	35.0000	0.030	1.0500
Volqueta (8 m ³)	1.000	35.0000	35.0000	0.030	1.050
Rodillo vibratorio	1.000	30.0000	30.0000	0.030	0.900
SUBTOTAL M =					3.0292
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /H	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro (estr.ocp. C1)	1.000	4.0600	4.0600	0.030	0.1218
Peon (estr.ocp. E2)	1.000	3.6200	3.6200	0.030	0.1086
Operador retroexcavadora	1.000	4.0600	4.0600	0.030	0.1218
Operador volqueta	1.000	4.0600	4.0600	0.030	0.1218
Ayudante Mecánico	1.000	3.6600	3.6600	0.030	0.1098
SUBTOTAL N =					0.5838
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O =					0.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)					3.6130
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					0.7226
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.3356
VALOR OFERTADO					\$ 4.34
Guayaquil, 18/08/2021					

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	2.5	UNIDAD:	m3		
DETALLE:	SOBREACARREO MECÁNICO DE MATERIAL HASTA 1 KM				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.0292
Retroexcavadora (75 hp)	1.000	35.0000	35.0000	0.030	1.0500
Volqueta (8 m3)	1.000	35.0000	35.0000	0.030	1.050
SUBTOTAL M =					2.1292
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /H	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro (estr.ocp. C1)	1.000	4.0600	4.0600	0.030	0.1218
Peon (estr.ocp. E2)	1.000	3.6200	3.6200	0.030	0.1086
Operador retroexcavadora	1.000	4.0600	4.0600	0.030	0.1218
Operador volqueta	1.000	4.0600	4.0600	0.030	0.1218
Ayudante Mecánico	1.000	3.6600	3.6600	0.030	0.1098
SUBTOTAL N =					0.5838
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O =				0.0000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0.0000	
				TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)	2.7130
				INDIRECTOS Y UTILID/	20.00%
				OTROS INDIRECTOS	%
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.2556
Guayaquil, 18/08/2021				VALOR OFERTADO	\$ 3.26

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	3.2	UNIDAD:	m ³		
DETALLE:	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO A MÁQUINA EN TIERRA				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.1155
Retroexcavadora (75 hp)	1.000	35.0000	35.0000	0.15000	5.2500
SUBTOTAL M =					5.3655
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIURNAL / H	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro (estr.ocp. C1)	1	4.0600	4.0600	0.150	0.6090
Peon (estr.ocp. E2)	1.000	3.6200	3.6200	0.150	0.5430
Operador retroexcavadora	1.000	4.0600	4.0600	0.150	0.6090
Ayudante Mecánico	1.000	3.6600	3.6600	0.150	0.5490
SUBTOTAL N =					2.3100
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O =				0.0000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0.0000	
				TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C) 7.6755	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% 1.5351	
				OTROS INDIRECTOS %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO 9.2106	
Guayaquil, 18/08/2021				VALOR OFERTADO	\$ 9.21

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4.1	UNIDAD:	MES		
DETALLE:	BATERIA SANITARIA OBREROS DESDE 1 HASTA 10 PERSONAS				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.1413
SUBTOTAL M =					0.1413
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /HE	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro (estr.ocp. C1)	1.000	4.0600	4.0600	0.250	1.0150
Peon (estr.ocp. E2)	2.000	3.6200	7.2400	0.250	1.8100
SUBTOTAL N =					2.8250
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
			A	B	2
BATERIA SANITARIA		U	1.000	120.0000	120.0000
SUBTOTAL O =					120.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
			1.000		
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)					122.9663
INDIRECTOS Y UTILIDAD/ 20.00%					24.5933
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					147.5596
VALOR OFERTADO					\$ 147.56
Guayaquil, 18/08/2021					

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:	ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2				
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4.2	UNIDAD:	m ³		
DETALLE:	AGUA PARA CONTROL DE POLVO				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.0897
Tanquero	0.400	35.0000	14.0000	0.200	2.8000
SUBTOTAL M =					2.8897
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DORNAL / H	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Chofer profesional licencia E	1.000	5.3100	5.3100	0.200	1.0620
Peón	1.000	3.6600	3.6600	0.200	0.7320
SUBTOTAL N =					1.7940
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O =				0.0000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0.0000	
				TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C) 4.6837	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD/ 20.00% 0.9367	
				OTROS INDIRECTOS %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO 5.6204	
Guayaquil, 18/08/2021				VALOR OFERTADO	\$ 5.62

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4.3	UNIDAD:	GLB		
DETALLE:	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HE	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
GAFAS DE SEGURIDAD	U	1.000	1.5800	1.5800	
GUANTES DE NITRILO	U	1.000	7.2500	7.2500	
CASCO DE SEGURIDAD	U	1.000	3.5000	3.5000	
BOTAS DE PUNTA DE ACERO	U	1.000	20.0000	20.0000	
SUBTOTAL O =				32.3300	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		1.000			
SUBTOTAL P =				0.0000	
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)					32.3300
INDIRECTOS Y UTILIDAD/ 20.00%					6.4660
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					38.7960
VALOR OFERTADO					\$ 38.80
Guayaquil, 18/08/2021					

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4.4	UNIDAD:	U		
DETALLE:	LETRERO DE OBRA				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.3860
SUBTOTAL M =					0.3860
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /HE	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro (estr.ocp. C1)	1.000	4.0600	4.0600	1.000	4.0600
Peón	1.000	3.6600	3.6600	1.000	3.6600
SUBTOTAL N =					7.7200
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
LETRERO DE OBRA	UNIDAD	1.000	125.0000	125.0000	
SUBTOTAL O =					125.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
		1.000			
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)					133.1060
INDIRECTOS Y UTILIDAD/ 20.00%					26.6212
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					159.7272
VALOR OFERTADO					\$ 159.73
Guayaquil, 18/08/2021					

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:	ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	6.2	UNIDAD:	GLB		
DETALLE:	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					
SUBTOTAL M =					0.0000
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /HE	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL N =					0.0000
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	GLB	1.000	357.0000	357.0000	
SUBTOTAL O =				357.0000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0.0000	
				TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C) 357.0000	
				INDIRECTOS Y UTILIDA 20.00% 71.4000	
				OTROS INDIRECTOS %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO 428.4000	
Guayaquil, 18/08/2021				VALOR OFERTADO	\$ 428.40

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	5.2	UNIDAD:	GLB		
DETALLE:	CHARLA DE CAPACITACIÓN				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.2040
SUBTOTAL M =					0.2040
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ORNAL /HE	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Especialista ambiental	1.000	4.0800	4.0800	1.000	4.0800
SUBTOTAL N =					4.0800
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
MATERIAL DIDÁCTICO	GLB	1.000	100.0000	100.0000	
SUBTOTAL O =					100.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)					104.2840
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					20.8568
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					125.1408
Guayaquil, 18/08/2021	VALOR OFERTADO				\$ 125.14

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:		ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	5.3	UNIDAD:	GLB		
DETALLE:	PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					0.0192
SUBTOTAL M =					0.0192
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ORNAL /HE	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor	1.000	4.0600	4.0600	0.050	0.2030
Peón	1.000	3.6200	3.6200	0.050	0.1810
SUBTOTAL N =					0.3840
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cinta de seguridad	GLB	1.000	85.0000	85.0000	
Conos de seguridad	GLB	1.000	85.0000	85.0000	
SUBTOTAL O =					170.0000
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =					0.0000
TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C)					170.4032
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00%					34.0806
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					204.4838
VALOR OFERTADO					\$ 204.48
Guayaquil, 26/07/2021					

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

PROYECTO:	ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN COMUNA SACACHUN #2				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	5.4	UNIDAD:	GLB		
DETALLE:	MONITOREO RUIDO AMBIENTAL				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O SONÓMETRO	1.000	35.0000	35.0000	1.000	35.0000
SUBTOTAL M =					35.3840
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL /HE	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Especialista ambiental	1.000	4.0800	4.0600	1.000	4.0600
	1.000	3.6200	3.6200	1.000	3.6200
SUBTOTAL N =					7.6800
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL O =				0.0000	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P =				0.0000	
				TOTAL COSTO DIRECTOS X=(M+N+C) 43.0640	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 20.00% 8.6128	
				OTROS INDIRECTOS %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO 51.6768	
Guayaquil, 18/07/2021				VALOR OFERTADO	\$ 51.68

Fuente: Novillo, R.; Stay, D., (2021)

ESTUDIOS Y DISEÑO DE PRESA COLINAR EN SACACHÚN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ÍTEM 1- DESBROCE Y LIMPIEZA

DESCRIPCIÓN

Este rubro corresponde al trabajo de despejar, cortar o retirar el terreno necesario para poder ejecutar la obra de acuerdo con las presentes especificaciones acordadas en las áreas indicadas por el fiscalizador o planos adjuntos. Se removerán todos los arbustos, árboles, matorrales, cercas y cualquier vegetación.

Se puede realizar empleando medios mecánicos o manuales y todo material obtenido del desbroce debe ser colocado en áreas que no obstruyan las zonas dónde se ejecutarán los procesos constructivos.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO:

El desbroce se lo medirá utilizando como medida el metro cuadrado y la cantidad a pagar será los que se midan en la obra con una proyección horizontal y ejecutada de forma aceptable por el fiscalizador. Se pagará de acuerdo al precio unitario establecido en el contrato y este constituirá a la compensación completa por materiales, mano de obra, equipo y transporte.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra mínima calificada: Categorías I y III.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 2. REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO TOPOGRÁFICO

DESCRIPCIÓN

El replanteo corresponde al trazo en el terreno para poder confirmar las longitudes y cotas de los planos adjuntos o de las indicaciones provistas por el fiscalizador. Debe ser realizado por un aparato de precisión certificado y estacas para poder delimitar las medidas.

Para poder ejecutar este rubro primero se verificará que el desbroce se encuentre completado en su totalidad para que no haya ningún impedimento en el desarrollo de la nivelación. El equipo a utilizar se lo revisará que esté en buenas condiciones y calibrado para que la exactitud de las medidas esté dentro de un error aceptable.

Unidad: Metro cuadrado (m²).

Equipo mínimo: Teodolito, nivel o estación total, herramientas menores.

Mano de obra mínima calificada: Peón, topógrafo, cadenero, maestro de obra.

Materiales: Tiras de madera, clavo, pintura.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 3. BODEGA DE MADERA Y CUBIERTA METÁLICA

DESCRIPCIÓN

Corresponde a la construcción de una caseta provisional para almacenar herramientas y materiales que se usarán en la obra. La estructura debe ser de madera y cubierta metálica.

La ubicación dónde se construirá la caseta debe ser dispuesta por el fiscalizador. El contratista está en la obligación de incluir en el análisis de precios unitarios la provisión de materiales, mano de obra e incluir el desmontaje de la misma.

Unidad: Metro cuadrado (m²)

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra mínima calificada: Peón, maestro de obra, carpintero.

Materiales: Tiras de madera, clavo, cartón, tabla semidura, estilpanel.

Transporte: Transporte de madera, transporte de acero.

ÍTEM 4. EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO A MÁQUINA EN TIERRA

DESCRIPCIÓN

Las excavaciones se las definen como la remoción y quitar volúmenes de tierra con el objetivo de poder generar espacios para alojar diferentes elementos estructurales o de mampostería. Incluye todas las operaciones respectivas de compactación, retiro del material y conservación del mismo de acuerdo a las indicaciones del Fiscalizador.

La excavación será realizada en las zonas establecidas y los niveles dispuestos en los planos a excepción que se generen imprevistos que deben resolverse bajo las indicaciones del fiscalizador.

Unidad: Metro cúbico (m³)

Equipo mínimo: Herramientas menores, retroexcavadora (75 hp).

Mano de obra mínima calificada: Maestro, peón, Operador de equipo pesado G1, ayudante mecánico.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 5. ACARREO MECÁNICO DE MATERIAL HASTA 1 KM DE DISTANCIA

DESCRIPCIÓN

Se entenderá por acarreo al transporte del material que resulta de las excavaciones, involucra el proceso de cargar y transportar el material hasta las áreas libres establecidas por el fiscalizador y que no obstruyan la ruta de la obra. A su vez, este rubro también involucra todo el transporte de material que se requiera movilizar dentro del área de trabajo con una distancia máxima de 100 metros lineales medida desde la ubicación original del material excavado.

Unidad: Metro cúbico (m³)

Equipo mínimo: Herramientas menores, retroexcavadora (75 hp), volqueta (8 m³).

Mano de obra mínima calificada: Maestro, peón, Operador de equipo pesado G1, ayudante mecánico.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 6. RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

DESCRIPCIÓN

Este rubro corresponde a la colocación de volúmenes de tierra en ubicaciones especificadas con material propio de la obra previamente calificado y autorizado por el fiscalizador. El material debe estar libre de capa vegetal y el relleno debe compactarse y la densidad de compactación debe ser superior al 95% de la densidad máxima del Proctor modificado.

Unidad: Metro cúbico (m³)

Equipo mínimo: Herramientas menores, retroexcavadora (75 hp), volqueta (8 m³), Rodillo vibratorio

Mano de obra mínima calificada: Maestro, peón, Operador de equipo pesado G1, ayudante mecánico.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 7. RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

DESCRIPCIÓN

Este rubro corresponde a la colocación de volúmenes de tierra en ubicaciones especificadas con material propio de la obra previamente calificado y autorizado por el fiscalizador. El material debe estar libre de capa vegetal y el relleno debe compactarse y la densidad de compactación debe ser superior al 95% de la densidad máxima del Proctor modificado.

Unidad: Metro cúbico (m³)

Equipo mínimo: Herramientas menores, retroexcavadora (75 hp), volqueta (8 m³), Rodillo vibratorio

Mano de obra mínima calificada: Maestro, peón, Operador de equipo pesado G1, ayudante mecánico.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 8. BATERÍA SANITARIA OBREROS DESDE 1 HASTA 10 PERSONAS

DESCRIPCIÓN

Como requisitos se debe colocar una batería sanitaria por cada 10 personas en la obra. El baño portátil debe ubicarse de acuerdo al criterio del fiscalizador y debe poseer un depósito con 250 litros, urinario, seguro interior, porta papel higiénico y ventilación por tubo pvc. En el análisis de precio unitario debe involucrar el precio de transporte y de mantenimiento semanal.

Unidad: Unidad

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Mano de obra mínima calificada: Maestro, peón.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 9. AGUA CONTROL DE POLVO

DESCRIPCIÓN

Las vías aledañas y en los trabajos dónde pueda generarse bastante polvo se debe humedecer para evitar afectaciones en la salud del personal y de los habitantes cercanos a la obra. Se utilizará un tanquero de agua con la periodicidad que necesite el fiscalizador.

Unidad: Metros cúbicos.

Equipo mínimo: Herramientas menores, tanquero.

Mano de obra mínima calificada: Maestro, chofer profesional con licencia tipo E.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 10. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

DESCRIPCIÓN

Para realizar las actividades laborales cada miembro del personal de la obra debe cumplir con las condiciones de seguridad mínimas establecidas en el contrato y bajo el marco de la ley. Debe estar equipado con lo que se denomina Equipo de Protección Personal (EPP) dónde cada equipo está destinado para proteger y evitar riesgos.

Unidad: Unidad.

Equipo mínimo: Botas con punta de acero, casco, protector de lentes, guantes de nitrilo.

Mano de obra mínima calificada: No aplica.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 11. LETRERO DE OBRA

DESCRIPCIÓN

El contratista debe proveer un cartel con unas medidas de 1.10x1.50 m dónde este incluya las características y esté ubicado de acuerdo a lo estipulado por el fiscalizador. Se debe colocar en los primeros 10 días una vez ejecutada la obra y el contratista es responsable de las condiciones del cartel hasta que se crea conveniente el retiro de este.

Unidad: Unidad.

Materiales: Letrero de obra.

Mano de obra mínima calificada: Peón, maestro de obra.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 12. CHARLA DE CAPACITACIÓN

DESCRIPCIÓN

Todo el personal de obra ya sea del contratista o subcontratado debe conocer las medidas de prevención en casos de catástrofes naturales como sismos o de origen antrópico como incendios o explosiones para asegurar el bienestar de cada uno.

El contratista debe contar con un Ing. Ambiental o delegado de Salud y Seguridad Ocupacional (SSO) que capacite al personal con los siguientes temas:

- Prevención de riesgos laborales y uso de los Equipos de Protección Personal.
- Plan de Manejo ambiental.
- Cómo actuar ante riesgos naturales.
- Prevención en casos de incendios y explosivos.

Unidad: Global (GLB).

Materiales: Material didáctico.

Mano de obra mínima calificada: Especialista ambiental.

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 13. PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN

El contratista debe asegurar todas las medidas de seguridad posibles para resguardar la integridad de los civiles que vivan o transiten cerca de la zona de trabajo. Debe delimitar con una cinta de seguridad amarilla de un ancho no menor a 20 cm que contenga la leyenda "PELIGRO" las áreas dónde el fiscalizador lo requiera. También, debe colocar conos de seguridad en los frentes de trabajo con un total de 5 conos por cada frente.

Unidad: Global (GLB).

Equipo mínimo: No aplica.

Mano de obra mínima calificada: Peón, Maestro de obra.

Materiales: Cinta de seguridad, conos de seguridad.

Transporte: No aplica.

ÍTEM 14. MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN

El contratista está en la obligación de realizar un monitoreo de ruido en los puntos de la obra dónde se generen altos niveles de ruido o los que establezca el Fiscalizador. Se debe hacer con un sonómetro como instrumento de medición.

A su vez, el contratista debe minimizar en lo posible el tiempo de operación de las fuentes de emisión de ruido, proveer al personal de obra los Equipos de Protección Individual (EPI) para atenuar el impacto de ruido cuando los niveles superen a los 75 decibeles. También, debe mostrar el certificado de mantenimiento de todo equipo a utilizar para demostrar que esté en buenas condiciones.

Unidad: Global (GLB).

Equipo: No aplica.

Mano de obra mínima calificada: No aplica

Materiales: No aplica.

Transporte: No aplica.