



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal para el diseño de
defensa ribereña, distrito Pampas de Hospital, Tumbes 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Ramirez Coveñas, Edgard Nilson (orcid.org/0000-0001-8851-2243)

Saavedra Olivos, Yelice Maritza (orcid.org/0000-0001-6475-6067)

ASESOR:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento.

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático.

CALLAO– PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo de investigación se lo dedicamos a Dios y a nuestras familias, por el apoyo incondicional.

Edgard Ramírez & Yelice Saavedra.

Agradecimiento

Agradecemos a la UCV, por brindarnos la oportunidad de llevar este curso de Titulación y también al M(o).

Sleyther Arturo De La Cruz Vega, Sleyther Arturo por hacernos llegar su conocimiento y orientación en el desarrollo de la tesis.

Edgard Ramírez & Yelice Saavedra.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- MARCO TEÓRICO	5
III.- METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación :	15
3.2. Variables y Operacionalización:	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	17
3.5. Procedimientos:	17
3.6. Método de análisis de datos:	18
3.7. Aspectos éticos:	20
IV.- RESULTADOS	21
V.- DISCUSIÓN	35
VI.- CONCLUSIONES	38
VII.- RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1. Dimensiones de defensa ribereña	21
Tabla 2. Propiedades y parámetros morfométricos de la sub cuenca quebrada Cabuyal.	23
Tabla 3. Análisis de mecánica de suelos por tamizado C1	24
Tabla 4. Características física y mecánicas de la muestra C1	25
Tabla 5. Análisis mecánico por tamizado C2	25
Tabla 6. Características física y mecánica de la muestra C2	26
Tabla 7. Cálculos hidrológicos de caudales para un periodo de retorno de 140 años	26
Tabla 8. Cálculos hidráulicos	27
Tabla 9. Coeficiente de Manning de la simulación hidráulica Iber 3.1	31
Tabla 10. Puntos geodésicos de orden "C"	32
Tabla 11. Ubicación del tramo de estudio quebrada Cabuyal	32
Tabla 12. Puntos de Control	32

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Diseño de defensa ribereña.....	21
Figura 2. Calado en quebrada Cabuyal con diseño en Iber.....	22
Figura 3. Velocidad en quebrada Cabuyal con diseño en Iber.....	22
Figura 4. Perfil longitudinal de simulación hidráulica en condiciones naturales.....	27
Figura 5. Calado o tirante hidráulico de la simulación hidráulica con Iber 3.1.....	28
Figura 6. Sección transversal de calado o tirante de la progresiva 0 +420.....	28
Figura 7. Sección transversal de calado o tirante de la progresiva 1 + 700 m.....	29
Figura 8. Froude de la simulación hidráulica con Iber 3.1.....	29
Figura 9. Velocidad de la simulación hidráulica con Iber 3.1.....	30
Figura 10. Viscosidad de la simulación hidráulica con Iber 3.1.....	30
Figura 11. Coeficiente de Manning de la simulación hidráulica Iber 3.1.....	31
Figura 12. TIN del tramo de estudio.....	33
Figura 13. DEM del tramo de estudio.....	34

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es realizar el modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal para el diseño de defensa ribereña, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022.

La metodología que se utilizó de acuerdo a su tipo es descriptiva de diseño aplicada y con un enfoque cuantitativo, la población es la quebrada Cabuyal, la muestra un tramo del cauce desde la progresiva Km 4+000 hasta el Km 6+000, tomando como punto de inicio, la desembocadura de la quebrada la cual descarga en el río Tumbes.

Los resultados que se obtuvieron son: parámetros morfométricos de la subcuenca quebrada Cabuyal, fue un área de 187.19 Km², longitud de curso principal de 38.02 Km y una pendiente del cauce principal de la subcuenca de 0.02 %; el análisis de suelo en la calicata C1 comprende la clasificación S.U.C.S. de SP (arena mal graduada) y con D₅₀ de 0.237; en la calicata C2: la clasificación S.U.C.S. es SP-SM (arena fina mal graduada con poco limo) y con D₅₀ de 0.297; el caudal de diseño fue de 528.00 m³/s, para un periodo de retorno de 140 años, se estableció un ancho estable de 100 m, la pendiente del tramo de estudio fue de 0.4545%.

Se concluye que el modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal para el diseño de defensa ribereña en ambas márgenes, simulado con un caudal de 528.00 m³/s, no desborda la estructura, teniendo una altura de muro de 3.00 m, el tirante máximo de 1.79 m y un tirante medio de 1.76 m, la uña de cimentación es de 4.00 metros con el factor de seguridad de 1.10, asimismo en la margen derecha el muro tiene una longitud de 1,818.00 m. y en la margen izquierda una longitud de 1,923.00 m.

Palabras clave: modelamiento hidráulico, defensa ribereña, caudal, pendiente.

ABSTRACT

The objective of the present investigation is to carry out the hydraulic modeling of the Cabuyal stream for the design of river defense, district of Pampas de Hospital, Tumbes, 2022.

The methodology that was used according to its type is descriptive of applied design and with a quantitative approach, the population is the Cabuyal stream, the sample is a section of the channel from the progressive Km 4+000 to Km 6+000, taking as starting point, the mouth of the stream which discharges into the Tumbes River.

The results obtained are: morphometric parameters of the Cabuyal creek sub-basin, it was an area of 187.19 km², length of the main course of 38.02 km and a slope of the main channel of the sub-basin of 0.02%; Soil analysis in pit C1 includes the S.U.C.S. of SP (poorly graded sand) and with D₅₀ of 0.237; in pit C2: the S.U.C.S. it is SP-SM (poorly graded fine sand with little silt) and with a D₅₀ of 0.297; the design flow was 528.00 m³/s, for a return period of 140 years, a stable width of 100 m was established, the slope of the section studied was 0.4545%.

It is concluded that the hydraulic modeling of the Cabuyal stream for the river defense design on both banks, simulated with a flow of 528.00 m³/s, does not overflow the structure, having a wall height of 3.00 m, the maximum depth of 1.79 m and an average depth of 1.76 m, the foundation nail is 4.00 meters with a safety factor of 1.15, also on the right bank the wall has a length of 1,818.00 m. and on the left bank a length of 1,923.00 m

Keywords: hydraulic modeling, riparian defense, flow, slope.

I.- INTRODUCCIÓN

Según Arreguín, López y Marengo (2016) indican que en el planeta se presentaron eventos naturales los cuales causaron muchas pérdidas la época del 2015 (habiendo 1 060 casos), encontrados por Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, siendo la causa las lluvias (inundación y movimientos de masa de suelo) así como el clima (temperatura extrema, sequías y los incendios) por su cantidad, asimismo el aumento de eventos hidrológicos es notable en 2 veces y 1/2 desde el año 1980 al 2012; Por lo que Según Rojas, et al. (2019) indican que, en el año 2017 en Perú ocurrió el fenómeno de El Niño Costero. Se manifestó con intensas y continuas precipitaciones activándose los diferentes ríos y quebradas ubicadas en el norte y al centro de Perú, ocasionado los desbordes e inundaciones y huaicos. Los eventos ocasionados afectaron la salud pública. Dejando 136 víctimas mortales y 17 236 damnificados, así como una cantidad de 1 075 932 afectados, además Gómez (2017) describe que, en el año 2017, en las zonas de la costa central y zona norte del Perú se presentó el Fenómeno de El “Niño Costero”, con ocurrencia de fuertes lluvias activando muchos movimientos en masa (huaicos, flujos de lodo), así como inundaciones en áreas de población, parcelas agrícolas en la región de Tumbes.

Pampas de Hospital es un distrito del departamento de Tumbes, siendo los límites, con el distrito de San Juan de la Virgen por el norte; Zarumilla por el Este; Ecuador por el Sur y San Jacinto por el Oeste, asimismo cuenta con una población aproximada de 7050 hab. Según censo 2017-INEI, asimismo el distrito está conformado por 19 caseríos, asimismo el sector maneja su economía en base a la agricultura y ganadería, la agricultura es golpeada cada año cuando ocurren lluvias en la cuenca alta del Puyango-Tumbes, siendo cuenca binacional, límite con Ecuador, la activación del río Tumbes hace que se generen caudales máximos y se produzca los desbordes e inundación, perjudicando la agricultura siendo un medio de vida para los agricultores de la zona, la falta de medidas de protección hacen que la economía se vea afectada, ocasionando la inmigración en busca de trabajo hacia el país vecino. Asimismo, dentro de los caseríos de Pampas de Hospital se ubican Becerra, Pueblo Nuevo y el Rodeo, siendo la zona donde se afecta la

agricultura por avenidas de la quebrada Cabuyal, la cual nace de la parte alta, antes de llegar a Becerra; se encuentra colindando entre dos cerros de forma encajonada, aguas abajo existe agricultura, donde se siembran los cultivos de banano, limón, cacao entre otros, las riberas de la quebrada se encuentran desprotegidas y sin vegetación, el cauce en avenidas arrastra material de acarreo; como son arena, limos y piedra de diferentes medidas, la quebrada cabuyal es intermitente se activa en tiempos de lluvia, generando caudales considerables y cada año afecta las riberas y en ocasiones de avenidas extraordinarias ocurren los desborde e inundaciones.

Siendo el problema general del presente estudio; ¿Cuál es el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal para el diseño de la defensa ribereña, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022?; de donde nacen los siguientes problemas específicos, teniendo como primero problema de ¿Cuáles son los parámetros morfométricos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, y de hidráulica para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes?, ¿Qué simulación hidráulica se realizará para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes? y por último ¿Cuáles son las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes?

Posteriormente la justificación teórica. – Con la investigación se pretende dar aportes al conocimiento existente con el funcionamiento y la aplicación de los modelamientos hidráulicos (bi dimensional) y generar un nuevo diseño adecuado a la zona de estudio, prediciendo lo que puede ocurrir con una avenida máxima de la quebrada, anticipando ante el riesgo para adoptar las diferentes medidas de prevención y protección adecuada para estar alerta ante amenazas de los eventos hidrológicos; además, la justificación social. - Es de gran importancia el estudio a realizar, porque permitirá a los agricultores que se encuentran desde la desembocadura hasta el sector Becerra, Pueblo Nuevo y el Rodeo cosechar sus productos todo el año sin que estén propensos sus áreas agrícolas a inundaciones, lo que permitirá cosechar todo el año y activar su economía. Así mismo se obtendrá buenas condiciones de vida; a la vez, la justificación práctica. - En la presente

investigación se pretende realizar el estudio en el sector Becerra hasta el sector Puerto Rico ubicadas dentro de la cuenca Tumbes, sub cuenca Cabuyal, en la zona existen áreas de cultivo propensas a inundación. En cuanto a las avenidas ocurridas cada año y en tiempos de fenómenos de EL Niño siendo una problemática, se realizará el análisis hidrológico para aplicar el modelamiento hidráulico y así diseñar la defensa ribereña en ambas márgenes para la protección y finalmente la justificación metodológica.- La investigación se orienta a las condiciones y situaciones en cual se encuentra la sub cuenca Cabuyal, sector Becerra-Puerto Rico, se analizaran los datos para procesar los de precipitaciones máximas, la curva número y caudales máximos extraordinarios para realizar el modelamiento hidráulico con el Software Iber, permitiendo obtener los diferentes parámetros hidráulicos como son calado (tirante máximo), nivel de socavación para poder determinar la altura de cimentación y con todo esto reducir el impacto ante las inundaciones.

El Objetivo General de esta investigación es de realizar el modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal para el diseño de defensa ribereña, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022; de los cuales se originan los siguientes Objetivos específicos que es de determinar las propiedades y los parámetros morfométricos, mecánica de suelos, hidrológicos y de hidráulica para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes; luego de realizar la simulación hidráulica con software bidimensional para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes y por último es determinar las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes.

La hipótesis planteada para esta investigación es de que el modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en la quebrada Cabuyal, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022, estaría mitigando la inundación; por consiguiente, se desprende las siguientes hipótesis específicas de que determinando las propiedades y los parámetros morfométricos, mecánica de suelos, hidrológicos, y de hidráulica para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes, se diseñará la defensa ribereña para mitigar las

inundaciones, también se tiene que realizando la simulación hidráulica con software bidimensional para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes, se determinará el diseño y altura adecuada para la defensa ribereña y finalmente se dice que determinando las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes, se obtendrá la forma y condiciones del área del terreno.

II.- MARCO TEÓRICO

Monte, et al. (2020), en la investigación de título *Modelización hidrológica e hidráulica aplicada al mapeo de áreas propensas a inundaciones*, siendo el objetivo principal, explorar las posibilidades de mapeo de zonas expuestas a las inundaciones, siendo el municipio llamado Río Largo (Alagoas) utilizando modelos hidrológicos así como la aplicación de modelos hidráulicos y la herramienta GIS, aplicando diferentes periodos de retorno para los caudales de diseño; concluyendo que el modelamiento hidrológico aplicado es representativo ante probables inundaciones en la ciudad de Río. Asimismo, el modelo presentó la dificultad con simulaciones de caudales máximos, en drenajes menores a 1500 km².

Según Martínez (2019) en su tesis Doctoral: *Simulación numérica de inundaciones fluviales en las Omañas (León): propuesta de medidas correctoras*. Donde el *principal* objetivo fue elaborar la propuesta para solucionar los problemas que causan las inundaciones fluviales en el sector de Las Omañas, asimismo concluye que los caudales en años húmedos son mayores a los de años secos siendo estos últimos doblados, así como los años normales. Los años húmedos que se han registrado son 2013 al 2014, 2006 al 2007 y 200 al 2001. Las inundaciones ocasionado muchos daños materiales y siendo provocadas por las precipitaciones temporales. Asimismo, hace la propuesta de mejorar la predicción en cuanto al control de inundaciones. Por lo tanto, para complementar las medidas no estructurales, hace la propuesta de la construcción de defensas ribereñas como medidas estructurales. La simulación de los diques los ha realizado con la herramienta Iber comprobando el efecto que se tendrían en diferentes puntos y poder elegir las características y zonas más adecuadas al área de trabajo.

Según Rodríguez (2019) en su informe de Trabajo Final de Graduación para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería Agrícola: *Modelación hidráulica del río Pacuare bajo diferentes escenarios de obras de protección contra inundación en la comunidad de La Lucha de Siquirres, Limón*. Planteando el objetivo para la evaluación de dos propuestas que ayuden a permitir con la disminución de las

condiciones vulnerables ante inundaciones en el sector La Lucha, mediante la generación de los análisis de modelamientos hidráulicos, asimismo, concluye que siendo analizado el diseño y el dimensionamiento del segundo escenario; el mismo que de manera técnica es mejor en condiciones vulnerables, teniendo una longitud de 200 m tanto en la margen derecha como margen izquierda del río Pacuare, presentando diferentes dimensiones en cuanto a las secciones y perfiles evaluados, por lo que de esta manera se asegura que con la longitud de 200 m en la margen derecha e izquierda del río Pacuare, el diseño del dique no será rebosado, asegurando la prevención ante cualquier riesgo a la población de La Lucha, ante avenidas, con un borde libre de 0.5 m.

Según Khadka, et al. (2018), Universidad de Lund – Lund – Suecia, proyecto de investigación, siendo el título *Simulación y modelamiento de precipitación y escorrentía utilizando modelos HEC-HMS y HEC-RAS: Caso de estudios de Nepal y Suecia*. Desarrollaron el modelamiento hidrológico en conjunto con el modelamiento hidráulico en 2 (dos) ríos, Kävlinge y Kankai, estando ubicados en la ciudad de Nepal y la ciudad de Suecia, los dos ríos se caracterizan diferentes, climáticas y fisiográficas, asimismo se evaluó la inundación empleando Hec Ras, para la elaboración de áreas de inundación, con diferentes periodos de retorno y ambientes diferentes. Esta tesis concluye que en la cuenca del río Kävlinge el nevado causaba un impacto de mayor cálculo de precipitaciones, en el río Kankai, a causa de temperaturas media mayor. asimismo, se determina, que la cuenca Kankai es más vulnerable y consigo atraería impactos de inundación, debido a los altos caudales. El investigador recomienda la aplicación de modelos 2D donde se puedan analizar mejor las cuencas, para implementar la gestión de los riesgos y desastres dando charlas para la prevención y la construcción de estructuras de protección

Los modelamientos hidráulicos en cauces naturales de agua están siendo cada vez más aplicados siendo de gran importancia en la industria. La simulación hidráulica ayuda a pronosticar eventos de posibles inundaciones, asimismo es aplicado en diferentes estructuras para el diseño y protección, asimismo ayuda a realizar el

estudio de transporte de sedimentos, calidad de agua y para proteger los hábitats acuáticos (Diez y Burbano, 2007, pág. 76).

Según Gómez y Pimentel (2022) en la tesis donde obtiene el título profesional de Ingeniero Civil: *Propuesta de diseño de una defensa ribereña ante inundaciones en el cauce del río Chicama entre el tramo puente Careaga y desvío Sintuco*. El objetivo de la investigación fue la propuesta para diseñar una defensa ribereña contra la inundación que se da en el río Chicama, en los sectores de desvío Sintuco y puente Careaga. Asimismo, concluye que la topografía del río Chicama entre el sector desvío Sintuco y puente Careaga, la pendiente del río aguas arriba es 0.0064% obtenida del promedio del tramo en estudio, teniendo una longitud de 3.5 km, el estudio hidrológico realizado se obtuvo diferentes caudales de diseño para tiempos de máximas avenidas, eligiendo como distribución de ajuste Log Pearson tipo III con caudal máximo de 1761.34 m³/s en un tiempo de retorno de 170 años, con la aplicación del IBER se generó diferentes modelos bidimensionales, para analizar la inundación del tramo en estudio, donde se pudo determinar el punto crítico desde donde inicia la inundación del tramo, ubicándose aguas arriba del río Chicama. Obtenido los resultados permitieron diseñar un enrocado como propuesta de solución, teniendo resultados como la corona con un ancho de 4m, la altura de enrocado 3.50 m, altura de diseño de dique de 3.50 m y una profundidad de uña de 2.25 m.

Según Llanos y Ticona (2021) en su tesis para optar el título en ingeniería civil: *Modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de diques de encauzamiento en un tramo de seis km. del río Rímac ubicado entre el puente Ñaña y puente Carapongo en el distrito de Lurigancho – Chosica, provincia y departamento de Lima*. El objetivo de la investigación fue aplicar la simulación hidrológica e hidráulica para realizar el prediseño de estructuras de protección y encauzar un tramo río de 6 km en el río Rímac, ubicado entre los sectores de Puente Ñaña y el sector de Puente Carapongo del distrito Lurigancho (Chosica), provincia y departamento Lima. Concluyendo que utilizó la herramienta de ArcGis y Google Earth para la topografía y poder elaborar las secciones del cauce, asimismo se obtuvo el perfil longitudinal, siendo insumos necesarios para la

simulación hidráulica y determinar áreas de inundación para el prediseño del muro de protección a base de roca, para obtener el caudal de diseño utilizó el software Hec Hms, y como resultado obtuvo los caudales siguientes: 318.7 m³/s, 203.6 m³/s, 165.7 m³/s y 125 m³/s, en los tramos de estudio se obtuvo las diferentes alturas para el diseño del muro siendo las siguientes: 2.15 m, 2.15 m, 2.15 m y 2.10 m, en la simulación hidráulica aplico el Hec-Ras, identificando zonas inundables en diferentes periodos de retorno siendo 500 y 165 años, asimismo, realizo el análisis de suelo para determinar la socavación aplicado a un periodo de 500 años, obteniendo resultados distintos para los tramos, 1: 1.60 m, 2: 1.30 m, 3: 1.10 m y 4: 1.20 m.

Según Meza (2019) en la tesis para obtener el título de ingeniero civil: *Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo- Palca-Tarma*. El objetivo fue implementar un diseño en hidráulica fluvial y estructural para protecciones ribereñas en Santo Domingo Palca-Tarma. Asimismo, concluye que la observación realizada más el estudio topográfico y el de suelo en el cauce del río Tarma, tuvo influencia en el comportamiento de condiciones normales y en máximas crecidas, por lo tanto, el seccionamiento del río más el estudio de suelos, contribuyeron en el complemento donde se incluye los diferentes parámetros de hidráulica fluvial, para el diseño de la estructura de protección.

Según Atoche y Alemán (2019) en la tesis para obtener el título de ingeniero agrícola: *Estimación de caudales máximos en Cuencas secas y aplicación en diseños obras de defensas ribereñas: caso Quebrada Angostura, Tumbes, 2019*. Desarrolla la tesis con modelos hidrológicos para obtener diferentes caudales máximos y obtener el caudal de diseño, con el fin de obtener parámetros hidráulicos para el diseño de defensa ribereñas de protección contra inundaciones y encauzamiento de la quebrada; la investigación aplicada es aplicada, asimismo el área de la cuenca obtenida es de 187.81 Km², para el cálculo del caudal máximo para diferentes periodos de retorno entre los años (2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 500), aplico el Método Racional Modificado y el Método de Creager, asimismo en su conclusión promedia los caudales máximos obtenidos de modelos hidrológicos

para la subcuenca Angostura-Cabuyal, siendo 802.17 m³/s para 50 años, 925.95 m³/s para 100 años y 1049.72 m³/s para 200 años, determinó la que la velocidad para que se produzca la erosión del cauce es de 3.63 m/s con una socavación de 2.50 m de profundidad.

Según Hernández (2017) en la tesis para obtener el título de ingeniero agrícola: *Modelamiento hidráulico del río Virú, desde la progresiva 20+364 hasta la progresiva 11+773, con fines de defensa ribereña, región La Libertad*. Se realizó el estudio topográfico donde obtuvo parámetros de diseño, en el cual se determinó la pendiente con un valor de 0.24%, después de realizar el estudio hidrológico determinó el caudal de diseño de 378.716 m³/s, para un periodo de retorno de 140 años, 40 años de vida útil y un 25% de riesgo admisible para la estructura de defensa ribereña. Se excavó 2 calicatas para el análisis de suelo obteniendo resultados como el índice de plasticidad con los valores de 8.93% y 5.87%, la densidad unitaria promedio con los valores de 1.76 y 1.69 gr/cm³, el porcentaje de humedad con valores de 3.00 % y 1.6%, así como la clasificación SUCS de SC y SC/SM. En los parámetros hidráulicos los resultados son, la velocidad máxima de 4.74 m/s, el número de Froude siendo el promedio 0.43 y un calado máximo de 6.64 m con la información obtenida se determinó las zonas erosivas y de inundación. Para el diseño de los diques se plantearon diferentes alturas de 2.40 m y 2.30 m, el ancho de la corona es de 4.00 m, el talud de inclinación en la cara húmeda de 1:2, la profundidad para la uña de cimentación es de 1.80 m y 3.10 m, el diámetro de roca es de 0.40 m, los anchos estables van desde 87 m y 86 m.

La Hidráulica tiene como definición al estudio a la física que se complementa con la ingeniería, y esta sirve para estudiar a los fluidos en reposo y en movimiento, donde se denominan hidrostática e hidrodinámica (González, 2020, pág.94).

Según Rodríguez (2006) menciona que una cuenca hidrográfica tiene características definidas que permite delimitar los territorios para así lograr una gestión sostenible con la colaboración local y/o regional de todos los recursos naturales, y de esta manera lograr promocionar el desarrollo regional desde

adentro; No se puede hablar de descentralización sin que todos sus habitantes en sus localidades o regiones tengan una participación activa.

Para el análisis hidráulico para la modelación de una cuenca, se debe de estimar o tener información de hidrogramas y así poder emplearlos como herramientas para el estudio de inundaciones en épocas de crecidas o avenidas extremas. (Gutiérrez,2022, Pág.159).

El Método del Gradiente, es un método de eficiente cálculo hidráulico, donde se crea un modelo para el valor de sistemas de tuberías a presión, y se representa mediante un sistema de ecuaciones lineales donde se expresa de manera matricial, su mayor ventaja es que evita el ensamblado de matrices por lo tanto baja la cantidad de técnicas a realizar a comparación con otros métodos. Esto a la vez es muy importante en todos los procedimientos de optimización (Echevarría, 2017, Pág. 118).

Según Ferrando (2006) menciona que las inundaciones pertenecen como resultados de otros procesos de repetición interanual, como son las crecidas de todos los cursos de agua, y a esto se le adiciona las situaciones de escasez de los sistemas de evacuación; siendo los cauces naturales, los sistemas de drenaje artificializados, etc.

Con el modelamiento determinísticos se generan áreas de inundación y daños en un periodo de retorno de 50 y 100 años, y a la vez se determinan que lugares son los que están bajo el riesgo de moderado a riesgo de moderado alto en toda la longitud del río. por la inundación causada existen índices de vulnerabilidad, producidos con el modelo paramétrico lo cual debe ser similar con los resultados del modelo determinístico y a la vez integrando los indicadores más expresivos donde se definen los grados de exposición, susceptibilidad incluida la resiliencia en el ancho y largo de la cuenca que se encuentra en estudio por lo tanto sería fácil ser interpretados para quienes toman las decisiones (Hernández, Barrios y Ramírez, 2017, pág. 5).

Según Alcántara, et al. (2021) indican que el software Iber es de distribución libre que se usa para simular inundaciones en aguas superficiales siendo; esta de poca profundidad.

Iber es un software de carácter gratuito, creado en cooperación por el Instituto FLUMEN (Universitat Politecnica de Catalunya, UPC, y Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, CIMNE) y el Grupo de Ingeniería del Agua y del medio Ambiente (GEAMA), para realizar simulaciones de los procesos medioambientales en hidráulica fluvial y el flujo turbulento en lámina libre en régimen no-permanente. (Rincón, Jean, et al.,2017, pág.12).

El programa Iber, mezcla los módulos de hidrodinámica, turbulencia y el de transporte de sedimentos. (Bladé, Ernest, et al.,2014, pág.1).

Iber es un modelo que tiene 3 principales módulos de cálculos y son: el módulo de turbulencia, el hidrodinámico y el de transporte de sedimentos. Para ello el módulo de turbulencia hace que el cálculo hidrodinámico permita incluir las tensiones turbulentas, el módulo hidrodinámico es la base del programa Iber, y define las ecuaciones bidimensionales de aguas superficiales promediadas en profundidad y módulo de transporte de sedimentos en régimen no estacionario determina las ecuaciones de transporte de sedimentos no cohesivos. (Freitez, Martínez, Rincón, 2017, pág.197-198).

Los Modelos hidrológicos, han logrado permitir los diferentes avances en los estudios de cuencas hidrográficas; siendo la aplicación de modelos como son el HEC RAS y el HEC HMS, siendo acogidos en la comunidad mundial de ingenieros que trabajan en el campo de la hidrología, meteorología, hidráulica y áreas vinculadas en el empleo de los recursos hídricos. (Ramos y Pacheco, 2017, pág. 156).

Los presentes modelos han sido asignados de manera amplia en estas dos últimas décadas, y los datos meteorológicos hasta el momento siguen siendo una limitante por falta de estaciones de medición. La precipitación es la principal entrada a un modelo hidrológico, y la distribución espacial de la precipitación produce la variable

principal de estudios sobre hidrología, climatología y agricultura; para medir la precipitación de manera tradicional se usan los pluviómetros, ya que estos proporcionan información puntual y presentan una cobertura muy limitada sobre las cuencas a nivel mundial y en especial los países en proceso de desarrollo. (Vilchis, Bâ, Franco y Díaz, 2015, pág. 45-46).

Según Materón, et al. (2007) mencionan que para un determinado proyecto la aplicación del modelo HEC-HMS, presentan cuatro etapas fundamentales; siendo estas: la creación de un modelo meteorológico y un modelo de cuenca; la interpretación de las especificaciones del control, asimismo, la etapa de simulaciones y resultados finales.

Precipitation is presented as a hydrological state variable and it can be characterized by its intensity, distribution in space and time, and frequency or probability of occurrence. Therefore, numerous observations extracted from pluviographic series are necessary, which define the pattern of behavior in a certain area and allow its subsequent analysis or use; being one of the most used methodologies and is related to the curves of Intensity-Duration-Frequency (IDF) that are used in hydrological engineering for the present proposal. (Pérez y Senent, 2017, pág. 607).

Para obtener los hietogramas para una probabilidad determinada y una duración se realizan a través de las curvas IFD. (Rodríguez y Marrero, 2010, pág.57).

Según Rodríguez y Marrero (2010) indican que las máximas lluvias se representan en la realidad por tres (03) parámetros, como son la duración, la lámina total, la intensidad y la variación temporal (reflejado en un hietograma); siendo las dos últimas el tiempo que dure la tormenta o aguacero. La duración a elegir se debe de tener presente los registros de máximas lluvias históricas que caracterizan el área en estudio.

Según Gutiérrez, et al. (2011) ponen de manifiesto que a periodos mayores de retorno (de 10 a 100 años) la probabilidad de ocurrencia de lluvias torrenciales es

más alta, y que los máximos y mínimos de precipitación pluvial son mayores a medida que el periodo de retorno aumenta.

Distribución de probabilidad es la probabilidad de ocurrencia, siendo una función a la cual se asigna un posible valor de X. En las ciencias exactas, sociales y humanidades, existe varias distribuciones probabilísticas, la distribución normal es la que ocurre con mayor frecuencia, se llama también como distribución gaussiana, esto al gran matemático de Alemania Carl Friedrich Gauss. Para la distribución Normal se aplica la siguiente fórmula:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Donde, f (x) es una función de densidad de probabilidad y sirve para calcular la probabilidad de que la variable X tome un valor entre los números a y b, lo cual se hace integrando la función f (x) entre los límites a y b. En la definición, μ este es un parámetro conocido como la media o el promedio de la distribución y σ^2 , es un parámetro conocido como la varianza de la distribución. (Fontanelli, Mansilla y Miramontes, 2019, pág.16).

La Infiltración se da por efectos causados por las diferentes maneras de precipitación, se debe al deterioro ambiental y la frecuente acidez del suelo, que causan la erosión y una fertilidad baja en los suelos sin cubierta vegetal. (Zavaleta, Cruz y Márquez, 2012, pág.23).

Según Díaz y Mercado (2017) indican que a través del número de curva (NC) se debe de caracterizar la forma de cómo se comporta la escorrentía en la cuenca, determinada con la información espacial sobre las coberturas y el tipo de suelo. Para obtener información, en la cobertura del terreno fue aplicada la teledetección, con ayuda de la herramienta SIG generando capas de grupos hidrológicos de suelo para combinar los datos y lograr obtener un mapa de Curva Numero.

Para el diseño de obras hidráulicas, el tiempo de concentración (t_c) se refleja la distribución temporal del hidrograma de caudal y valores característicos como el caudal máximo. (Bentancor, Silveira y García, 2014., pág.106).

Nos permite determinar la escorrentía potencial en relación al área que se está estudiando en cada mes del año, CAH e incluso según los períodos de lluvias. Por lo que es imprescindible tener un umbral de potencial de escorrentía. (Roa y Kearney, 2013, pág.285).

Roa y Kearney (2013) en su tabla de Características generales de infiltración y textura para cada grupo hidrológico, presenta el grupo hidrológico A; donde presenta una alta infiltración / Baja escorrentía y una textura de suelos arenoso, franco arenoso; para el grupo B; presenta una moderada infiltración / Regular escorrentía y una textura de suelo Franco limoso; para el grupo C; presenta una baja infiltración / Alta escorrentía y una textura de suelo y por último para el grupo D; presenta una muy baja infiltración / Muy alta escorrentía y una textura de suelos siendo Francos, arcilloso, franco arcillo limoso, areno arcilloso, arcillo limoso.

A través de las estadísticas pluviométricas se logran obtener el Hietograma, en caso de no tener la información y contar sólo con la estación que mide las precipitaciones; donde se utiliza la morfometría de la cuenca siendo estas: cotas, pendiente, longitud del curso principal, áreas, entre otras, y de esta manera construir el hidrograma indirectamente (Pizarro, *et al.*2014, pág.8).

En la actualidad en la Mecánica de Suelos, existe una tecnología novedosa, así como métodos de cálculo, equipos y aparatos para los diferentes ensayos. Por los años ochenta empiezan a aplicar técnicas para el problema inverso asimismo surgen grupos de estudios que se dedican a la programación de algoritmos, a la aplicación de casos sintéticos y otros grupos centrados resolver más problemas y casos prácticos. Posteriormente a ello en la época de los noventa, la técnica del problema inverso empieza a expandirse a multitud de campos relacionados con la mecánica de rocas y de suelos. Robles en el año 2001, indica que ha avanzado con el desarrollo de un modelo constitutivo proveniente de una estructura matemática simple, consistente y sencilla, que ayuda a mejorar el conocimiento de cómo se comportan los suelos y con la mejora de aplicar técnicas numéricas sofisticadas a problemas de geotécnica. (Dranichnikova, 2008, pág. 29).

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

Tipo de Investigación

Según Martínez (2012) Cuando la investigación es aplicada, trata de aportar conocimiento que conlleven a dar soluciones a problemas del mundo real, con un alcance limitado de generalización. Recuerda que su finalidad de aportar conocimiento es limitada, la investigación que se realizara en la presente tesis es aplicada, ya que se utilizaron teorías y los diferentes conceptos para determinar caudales máximos de diseños, construir gráficos obtenidos de estudios hidrológicos y obtener un buen diseño de estructura para la protección.

El trabajo del estudio es descriptivo, para dar solución al problema, se hará un análisis de las condiciones y características en la cual se encuentra la zona de estudio, recolectando datos y realizando las respectivas visitas de campo.

Diseño de la Investigación

Según Lozada (2014) La investigación aplicada es la búsqueda de la generación de conocimiento que tenga aplicaciones directas a los problemas de la sociedad o del campo de la producción. basada principalmente en logros tecnológicos de investigaciones básicas, que se encarga del proceso de correspondencia entre la teoría y el producto.

Enfoque de la investigación

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, al utilizar la recolección teniendo en cuenta el análisis de datos con el fin de responder las diferentes preguntas de investigación, probando las hipótesis previamente formuladas, enmarcado en las variables de medición y las distintas herramientas para la investigación, y en el uso de la estadística descriptiva e inferencial, en el procesamiento y prueba estadística.

hipótesis; la formulación de hipótesis estadísticas, el diseño formal del tipo de investigación; en el muestreo, etc. (Ñaupas *et al.* 2014, pág. 98).

3.2. Variables y Operacionalización:

Variable cuantitativa 1:

Modelamiento hidráulico: Es la predicción de las áreas de inundación y mitigación en un río o quebradas para diferentes periodos de retorno (Fuente: Elaboración propia).

Variable Cuantitativa 2:

Diseño de defensa ribereña: Son medidas que constan de estructuras diseñadas en base a los principios de la ingeniería, para controlar la erosión producto de la escorrentía superficial. (Terán, 1998).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

Se tiene por población el cauce de la quebrada Cabuyal, donde se realizarán los diferentes estudios para la obtención diseñar la estructura de protección.

Muestra:

Para este caso es un tramo de la quebrada Cabuyal desde la progresiva Km 4+000 hasta el Km 6+000, tomando como progresiva de inicio, la desembocadura de la quebrada hacia al río Tumbes.

Muestreo:

El estudio presenta un muestreo no probabilístico, aplicando el criterio se ha establecido un tramo crítico de la quebrada Cabuyal, ante erosión y desborde en

ambas márgenes comprendida entre los sectores Becerra, Pueblo Nuevo y El Rodeo, distrito Pampas de Hospital.

Unidad de análisis:

Kilómetros

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas:

Para obtener información se realizará consultas de los proyectos realizados, planos elaborados y los antecedentes de la zona.

Campo: se hará el reconocimiento de campo, y recopilación de la información que se presenta, se tomará mediante las observaciones y las condiciones que se presenten como la vegetación, levantamientos topográficos, muestras de suelo entre otros.

Gabinete: se realizará después de haber obtenido la información de campo y resultados de laboratorio, para luego someter la información a cálculos y obtener resultados a través de la aplicación softwares.

Instrumentos

Equipos topográficos, laboratorio de Mecánica de Suelos y Programas de Cómputo.

3.5. Procedimientos:

Primero.- se realizará la delimitación de la sub cuenca quebrada Cabuyal, en el presente estudio de investigación, donde se utilizará datos del operador satélite de ALOS PALSAR de superficie de alta resolución corregida (el tamaño de celda es de 12.5 m x 12 m), modelos digitales de elevación (DEM), y se procesará mediante

el software ArcGis, ArcMap 10.2.

Segundo.- Se realizará la Determinación de caudales máximos; se determinará mediante los métodos: Hidrograma Unitario Triangular, método Racional Modificado, el método Snyder, el método Clark y el método Hidrograma Unitario SCS.

Tercero.- Se procederá a realizarse la Topografía, en la quebrada Cabuyal desde el Kilómetro 4+000 aguas arriba hasta el Kilómetro 6+000, siendo el objetivo principal levantar con precisión la configuración del terreno, se utilizó los siguientes equipos DRON Phantom 4pro v2, para los puntos de control GPS diferencial Leica System 500 y un Rover.

Cuarto.- Se hará el Modelamiento hidráulico usando el software Iber, lo que permitirá poder calcular la llanura de inundación y los parámetros hidráulicos.

Quinto.- se realizará el Diseño de la estructura propuesta (dique), para lo cual se hizo dos calicatas en ambas márgenes de la quebrada Cabuyal; calicata C1 y C2, para obtener el D50 y calcular la profundidad de socavación.

3.6. Método de análisis de datos:

Delimitación de sub cuenca quebrada Cabuyal: Se utilizó datos del operador satélite de ALOS PALSAR, y se procesó mediante el software ArcGis, ArcMap 10.2; donde se utilizó la caja de herramientas, el hidrology, mejoramos nuestro ráster (DEM), definimos la dirección del flujo, la acumulación de flujo, calculamos la red de drenaje y finalmente se obtuvo la delimitación con un punto de salida de la sub cuenca en estudio; teniendo las siguientes coordenadas: E=561110 m. N=9589510 m.

Determinación de caudales máximos: La quebrada Cabuyal, no dispone de registro de caudales, contaba con una estación meteorológica (Cabuyal), la cual tiene registros de precipitación del año de 1994, también existía la estación

meteorológica El Caucho, presentaba información pluviométrica desde el año 1977 hasta el año 1996 con información incompleta faltando años; asimismo Se descargó de información de precipitaciones pluviométricas de las estaciones Matapalo, El tire y Rica Playa, a través de página de Senamhi y Autoridad Nacional del Agua, para así analizar la información de precipitaciones máximas de las zonas de estudio, aplicando el análisis hidrológico se obtuvo el caudal diseñado para el periodos de retorno de 140 años; se determinó mediante los métodos hidráulicos: el Hidrograma Unitario Triangular, método Racional Modificado, el método Snyder, el método de Clark y el método Hidrograma Unitario SCS.

Topografía: Se realizó a lo largo de la quebrada Cabuyal desde el Kilómetro 4+000 aguas arriba hasta el Kilómetro 6+000, siendo el objetivo principal levantar con precisión la configuración del terreno, se utilizó los siguientes equipos DRON Phantom 4pro v2, para los puntos de control GPS diferencial Leica System 500 y un Rover, se procedió a realizar el marcado de puntos de control con cal; siendo 15 puntos a lo largo de la quebrada Cabuyal.

Modelamiento hidráulico: Para el modelamiento hidráulico se usó el software Iber, siendo esta una herramienta a la cual se le ingresa la topografía realizada en campo, asimismo se ingresó el caudal máximo de diseño $528 \text{ m}^3/\text{s}$ para un periodo de retorno para 140 años, lo que permitirá poder calcular la llanura de inundación y los parámetros hidráulicos.

Diseño de la estructura propuesta (dique): Se realizó dos calicatas en ambas márgenes de la quebrada Cabuyal: La calicata (C1) se ubicó en la margen derecha aguas debajo de la quebrada; en la coordenada UTM WGS84 565074 m; 9587200 m se excavó con una retroexcavadora a una profundidad de 3.20 metros, donde presentaba paredes de suelo suelto, inestables; además se encontró la napa freática a una profundidad de 3.00 metros. Por consiguiente, la calicata (C2); se ubicó en la margen izquierda aguas debajo de la quebrada; en la coordenada UTM WS84 565079 m, 9587116 m, se excavó a una profundidad de 3.50 metros, presentaba suelo consistente, paredes un poco estables y se encontró napa freática a 3.30 m. Una vez tomadas las muestras de suelo en las respectivas calicatas, se

llevaron al laboratorio de suelos para su respectivo análisis; donde se obtuvo la granulometría y el D50 de la partícula, siendo el dato indispensable para obtener el cálculo de socavación, asimismo se obtuvo los parámetros geológicos, geotécnico.

3.7. Aspectos éticos:

El principio ético fundamental para la convivencia social, es el respeto, que se debe tener hacia otras investigaciones realizadas, evitando el perjuicio a los objetos investigados incluyendo a toda la sociedad, donde se deben aplicar los principios de buena voluntad de mejorar y aportar con investigaciones cada más rigurosas, para la investigación se ha tenido en cuenta la metodología de investigación que se tiene a nivel de pregrado, orientado a buscar la mejora continua; aportando mayores avances a la ciencia con ayuda de herramientas y tecnologías adecuadas adquiriendo nuevos conocimientos, teniendo en cuenta la validez de los resultados para las soluciones ya sean integrales para el bienestar de la salud y mejora de la población en un ambiente equilibrado.

IV.- RESULTADOS

El modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal para el diseño de defensa ribereña, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022.

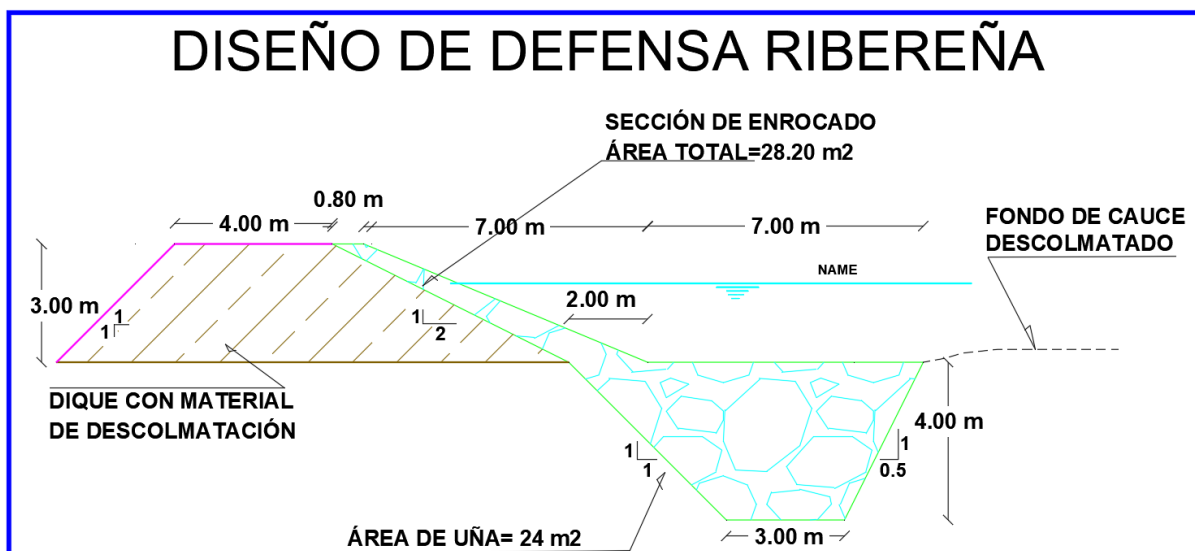


Figura 1. Diseño de defensa ribereña.

Tabla 1. Dimensiones de defensa ribereña

Descripción	Unidad	Valor
Altura de muro	m	3.00
Profundidad de uña	m	4.00
Ancho de corona de dique	m	4.00
Altura de dique	m	7.00
Área de terraplén	m ²	25.50
Área de enrocado	m ²	28.20

Fuente: Elaboración propia

El diseño de defensa ribereña en la quebrada Cabuyal, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022. Se diseñó para un caudal de 528.00 m³/s, además se estableció un ancho estable de 100 m, donde se obtuvo las siguientes dimensiones de estructura: ancho de corona de dique 4.00 m, altura de muro 3.00 m, profundidad de uña 4.00 m, el área del terraplén es de 25.50 m² y área de sección de enrocado 28.20 m².

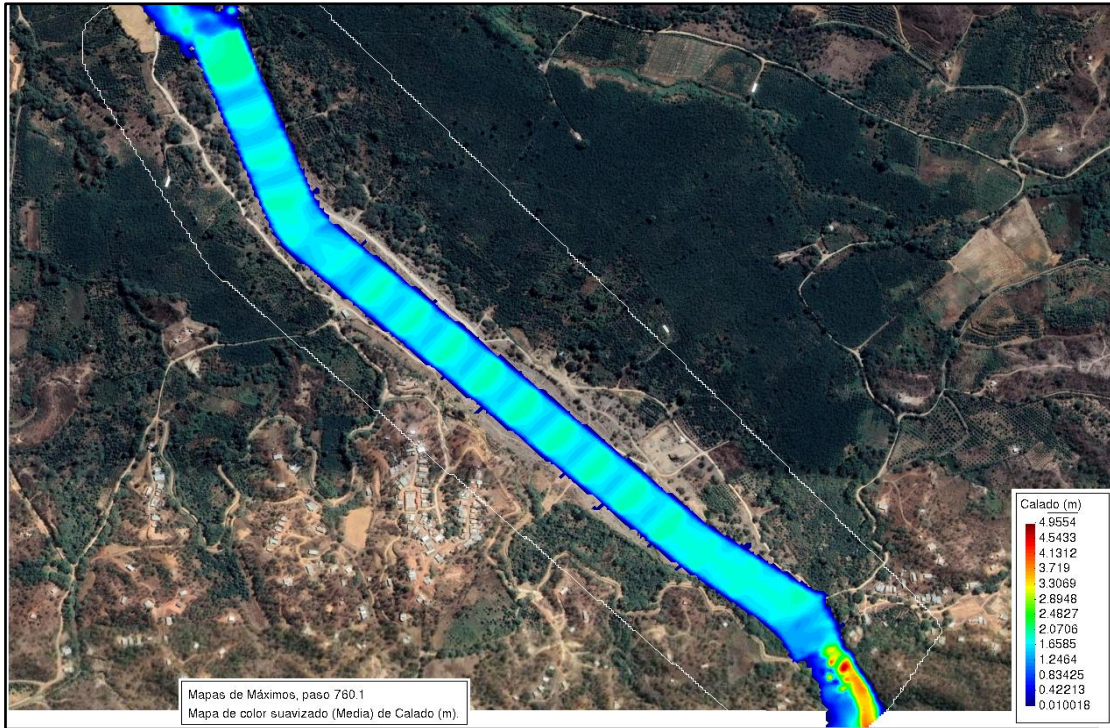


Figura 2. Calado en quebrada Cabuyal con diseño en Iber.

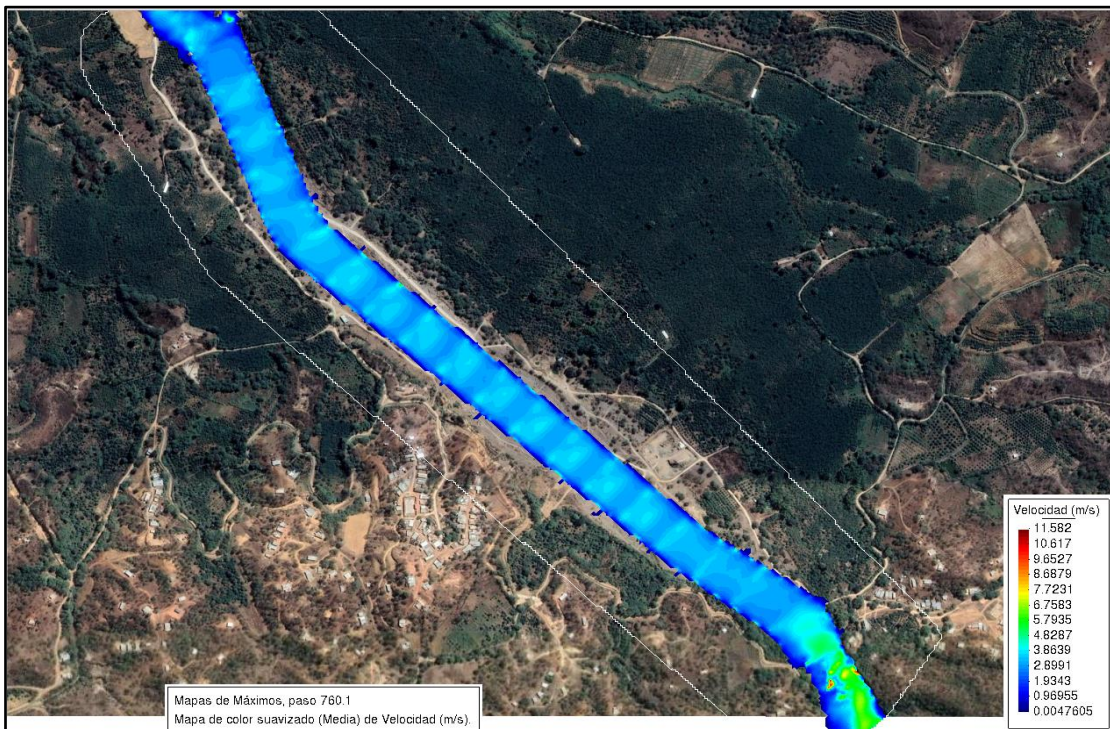


Figura 3. Velocidad en quebrada Cabuyal con diseño en Iber.

Se determinó el modelamiento con diseño aplicando el software Iber 3.1, donde se obtuvo los resultados de calado o tirante hidráulico 1.79 m; la velocidad del flujo 3.38 m/s.

Las propiedades y parámetros morfométricos, mecánica de suelos, hidrológicos y de hidráulica para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes.

Tabla 2. *Propiedades y parámetros morfométricos de la sub cuenca quebrada Cabuyal*

Descripción	Unidad	Valor
<i>Propiedades morfométricas de superficie</i>		
Área	Km ²	187.19
Perímetro	Km	98.66
Cotas		
Cota Máxima	m.s.n.m.	929.00
Cota mínima	m.s.n.m.	28.00
Centroide Wgs84-UTM-18S		
X Centroide	m	571471.07
Y Centroide	m	9580199.04
Z Centroide	m.s.n.m.	506.45
Altitud		
Altitud media	m.s.n.m.	506.45
Altitud más frecuente	m.s.n.m.	298.50
Altitud de frecuencia media	m.s.n.m.	411.58
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	27.38
<i>Propiedades morfométricas de la red hídrica</i>		
Longitud del curso principal	Km	38.02
Orden de la red hídrica	UND	6.00
Longitud de la red hídrica	Km	912.51
Pendiente promedio	%	1.65
<i>Parámetros morfométricos</i>		
Factor de forma		0.13
Densidad de drenaje	Km/km ²	4.87
Pendiente del cauce principal	%	0.02

Fuente: Elaboración propia

Se determinó las propiedades y parámetros morfométricos de la Sub cuenca quebrada Cabuyal, donde se obtuvo los resultados siguientes: área de 187.19 Km², cota máx. 929.00 m.s.n.m, cota min. 28.00 m.s.n.m, altitud 506.45 m.s.n.m., longitud de curso principal 38.02 Km y una pendiente del cauce principal de 0.02 %.

Tabla 3. Análisis de mecánica de suelos por tamizado C1

Mallas	Abertura (mm)	Peso reten.(g)	%Reten. parcial	%Reten. acumul.	% Que pasa	Descripción de la muestra
3"	76.200					Material: arena fina mal graduada.
2 ½"	63.500					Procedencia: C1-M1
2"	50.800					
1 ½"	38.100					Profundidad: 0.0-3.20 m.
1"	25.400					
¾"	19.050					Peso total (Wo): 300 gr.
½"	12.700					
3/8"	9.525					Porcentaje de agregado
¼"	6.350					
Nº 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava: 0%
Nº 6	3.360					Arena: 97%
Nº 8	2.380					Fino: 3%
Nº 10	2.000	15.0	5.0	5.0	95.0	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590	21.0	7.0	12.0	88.0	
Nº 40	0.426	18.0	6.0	18.0	82.0	
Nº 60	0.297	24.0	8.0	26.0	74.0	
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074	213.0	71.0	97.0	3.0	
D50	0.237					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Características física y mecánicas de la muestra C1

Características Físicas y mecánicas de la muestra	
Límite líquido (%)	0
Límite plástico (%)	0
Índice de plasticidad (%)	N.P.
Clasificación S.U.C.S.	SP
Humedad (%)	33.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Análisis mecánico por tamizado C2

Mallas	Abertura (mm)	Peso reten.(g)	%Reten. parcial	%Reten. acumul.	% Que pasa	Descripción de la muestra	
3"	76.200					Material: arena fina mal graduada con poco limo.	
2 ½"	63.500					Procedencia: C2-M1	
2"	50.800						
1 ½"	38.100					Profundidad: 0.0-3.50 m.	
1"	25.400						
¾"	19.050					Peso total (Wo): 300 gr.	
½"	12.700						
3/8"	9.525					Porcentaje de agregado	
¼"	6.350						
Nº 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		Grava: 0%
Nº 6	3.360						Arena: 86%
Nº 8	2.380					Fino: 14%	
Nº 10	2.000	15.0	5.0	5.0	95.0		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590	66.0	22.0	27.0	73.0		
Nº 40	0.426	42.0	14.0	41.0	59.0		
Nº 60	0.297	30.0	10.0	51.0	49.0		
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074	105.0	35.0	86.0	14.0		
D50	0.297						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Características física y mecánica de la muestra C2

Características Físicas y mecánicas de la muestra	
Límite líquido (%)	0
Límite plástico (%)	0
Índice de plasticidad (%)	N.P.
Clasificación S.U.C.S.	SP-SM
Humedad (%)	36.90

Fuente: Elaboración propia

En el estudio de mecánica de suelo se obtuvo las siguientes características: calicata C1: % de finos es de 3.0 %, de arena es de 97.0 % de grava es de 0, índice de plasticidad es N.P (no plástico), contenido de humedad 33.30 %, clasificación S.U.C.S. es SP (arena mal graduada) y con D50 de 0.237; en la calicata C2: % de finos es de 14, % de arena es de 86, % de grava es de 0, índice de plasticidad es N.P (no plástico), contenido de humedad 33.30 %, clasificación S.U.C.S. es SP-SM (arena fina mal graduada con poco limo) y con D50 de 0.297.

Tabla 7. Cálculos hidrológicos de caudales para un periodo de retorno de 140 años

Métodos	m ³ /s
Método Hidrograma Unitario Triangular	561.18
Método Racional Modificado	855.25
Método SCS-Hec Hms	478.80
Método Snyder-Hec Hms	409.80
Método Clark-Hec Hms	334.50
Promedio	528.00

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo hidrológico se obtuvo: caudal máximo de 855.25 m³/s con el Método Racional Modificado y un caudal mínimo de 334.50 m³/s a través del Método Clark-Hec Hms; quedando como caudal promedio de diseño 528.00 m³/s, para un periodo de retorno de 140 años.

Tabla 8. Sección de ancho estable o amplitud de cauce

Descripción	Valor
Método de Simons y Henderson (m)	66.64
Método de Pettis (m)	102.02
Método de Altunin - Manning (m)	80.08
Método de Blench (m)	144.07

Fuente: Elaboración propia

En el cálculo hidráulico, se aplicaron cuatro métodos como se indica en la Tabla 8, donde se obtuvo la sección de ancho estable, se tomó el Método de Blench (m) siendo el mayor ancho con un valor de 144.07 m, recomendado por la Autoridad Nacional del Agua, además se realizó la superposición con el cauce, donde se tuvo que hacer los ajustes necesarios, superponiendo la sección de diseño, se estableció un ancho estable de 100 m, adecuándose al terreno por sus características topográficas.

La simulación hidráulica con software bidimensional para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes.

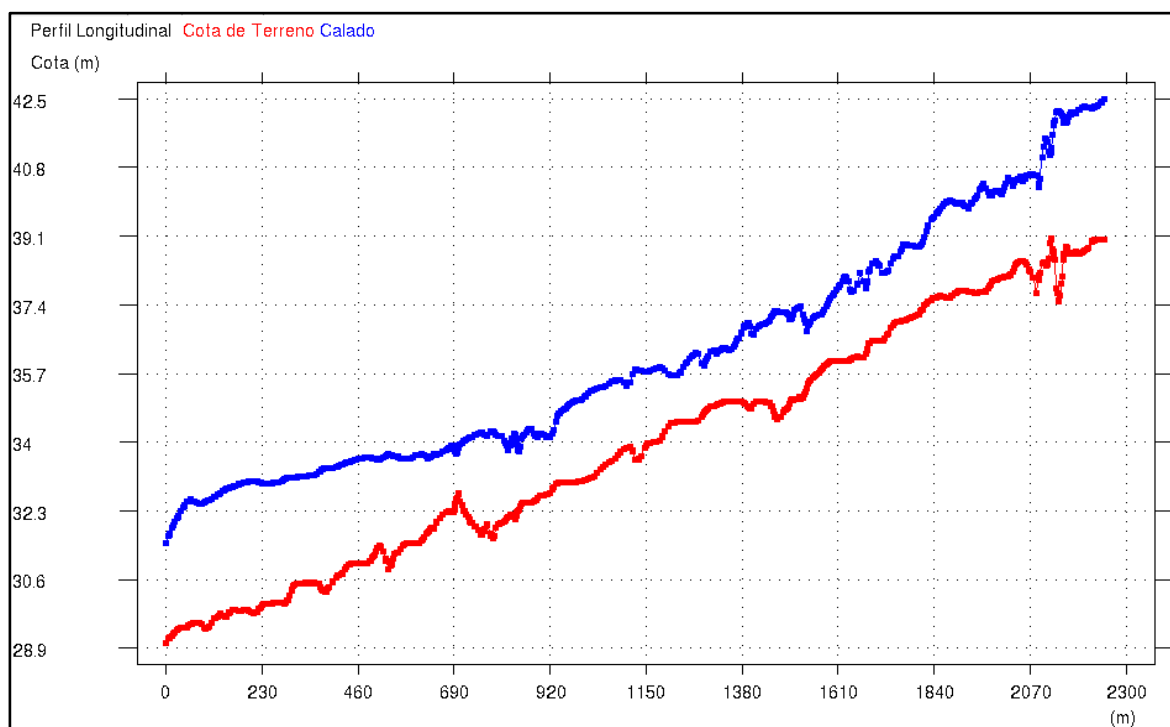


Figura 4. Perfil longitudinal de simulación hidráulica en condiciones naturales

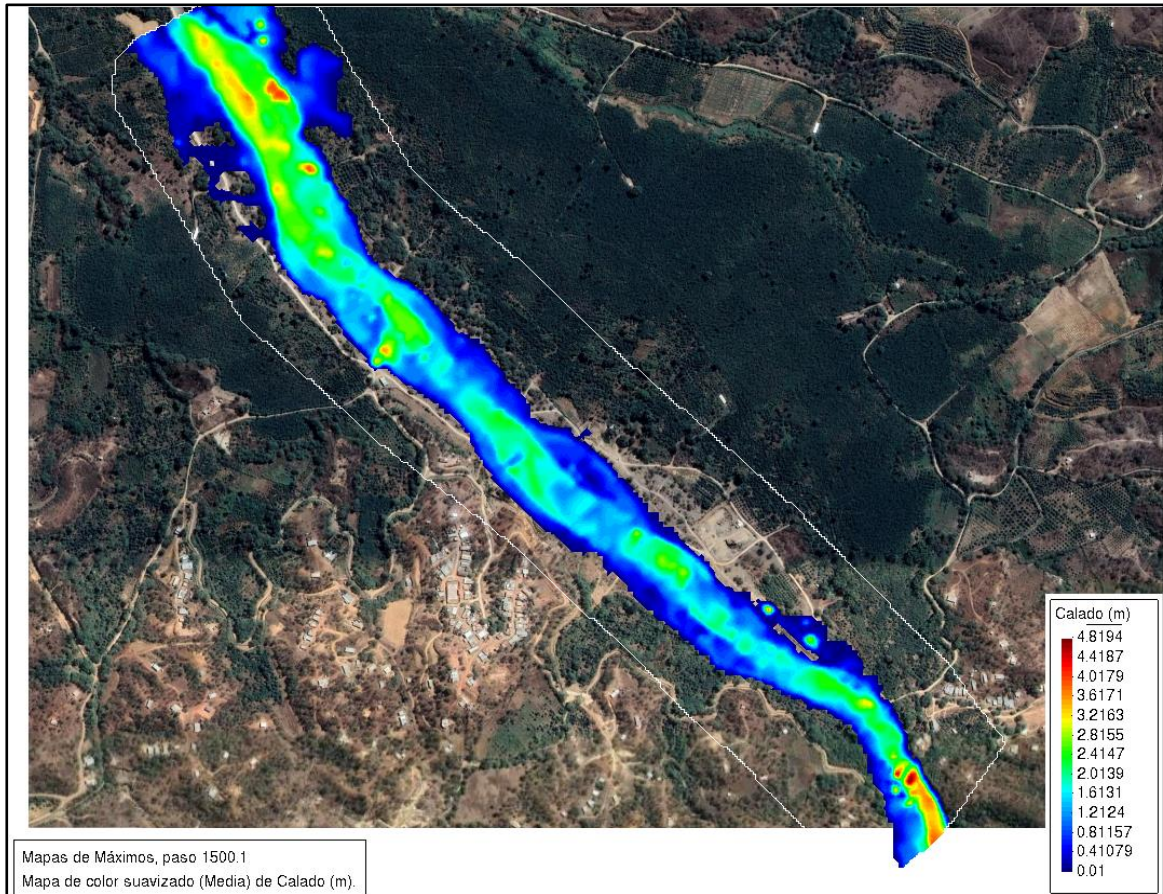


Figura 5. Calado o tirante hidráulico de la simulación hidráulica con Iber 3.1

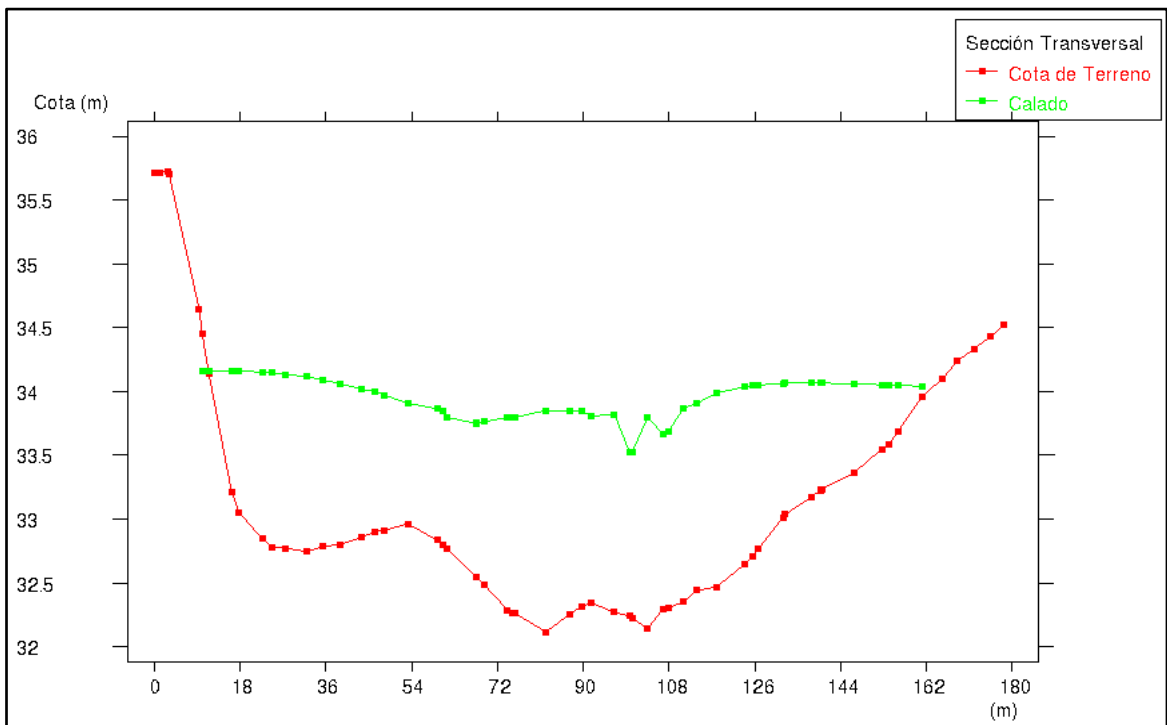


Figura 6. Sección transversal de calado o tirante de la progresiva 0 +420

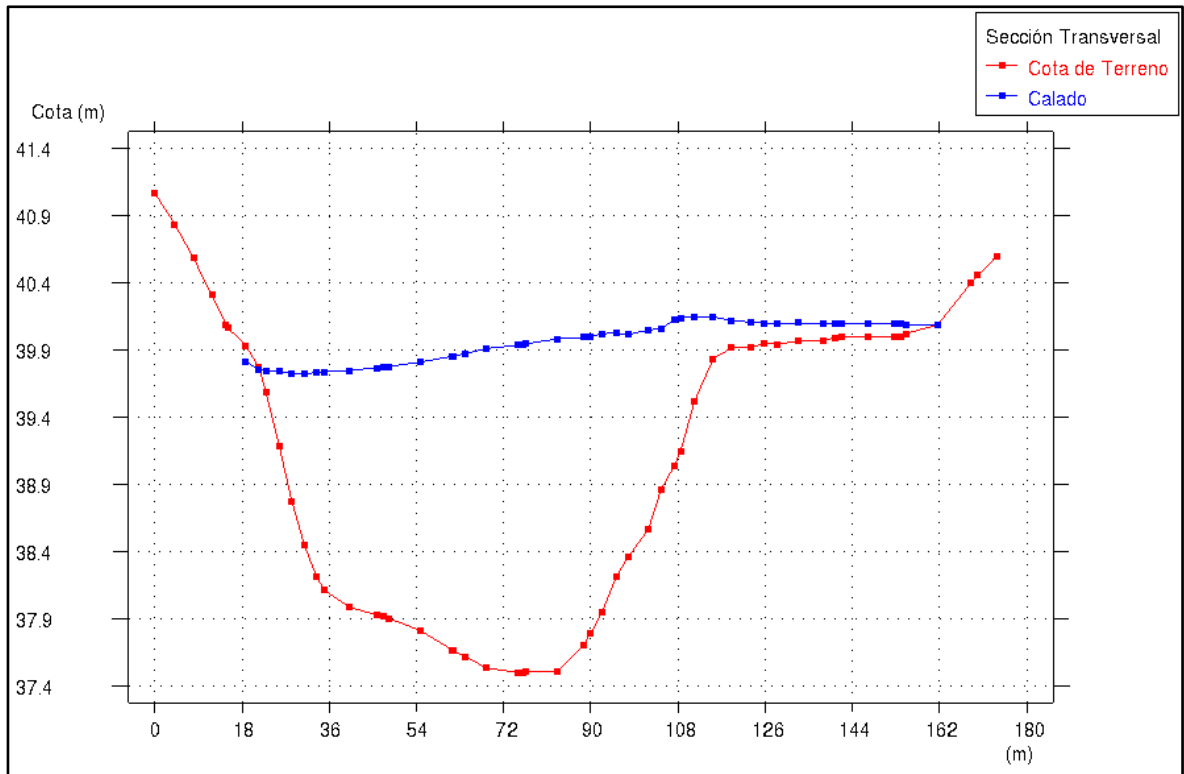


Figura 7. Sección transversal de calado o tirante de la progresiva 1 + 700 m

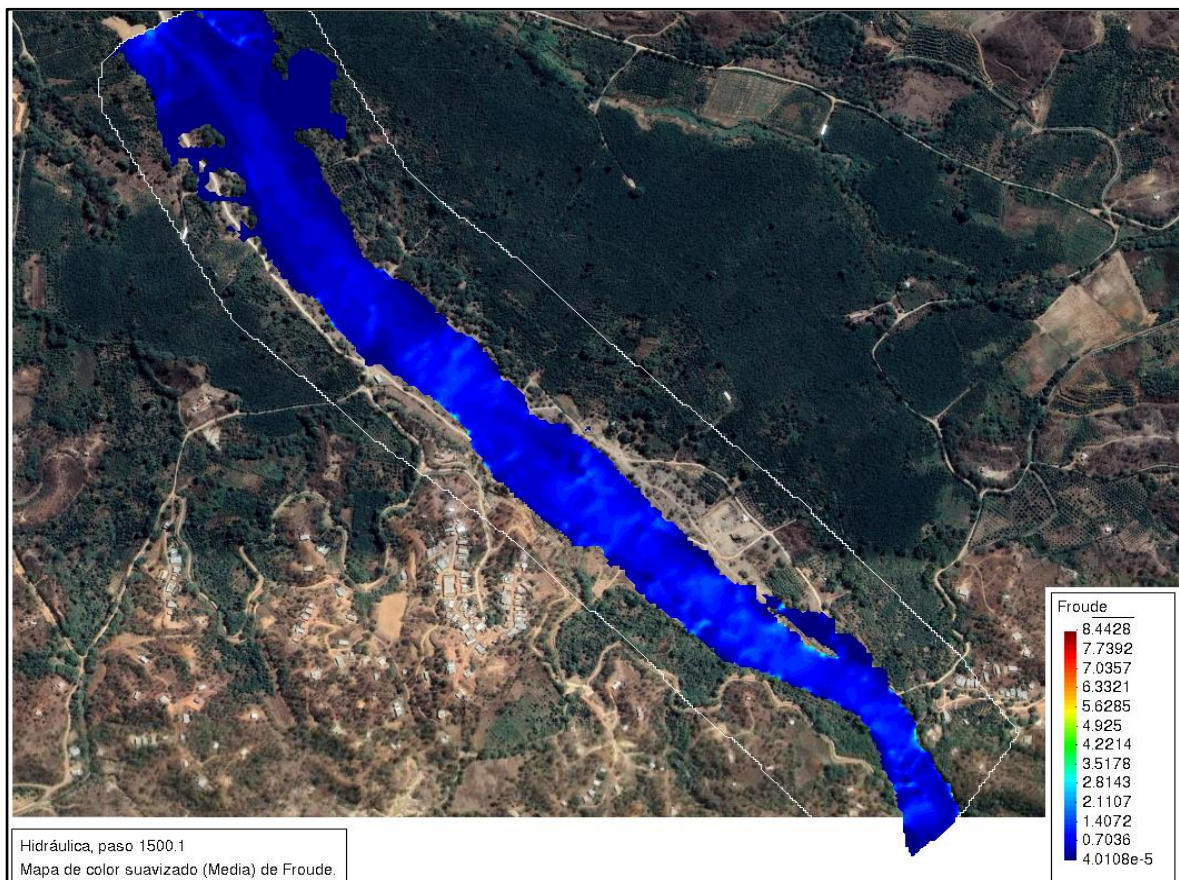


Figura 8. Froude de la simulación hidráulica con Iber 3.1

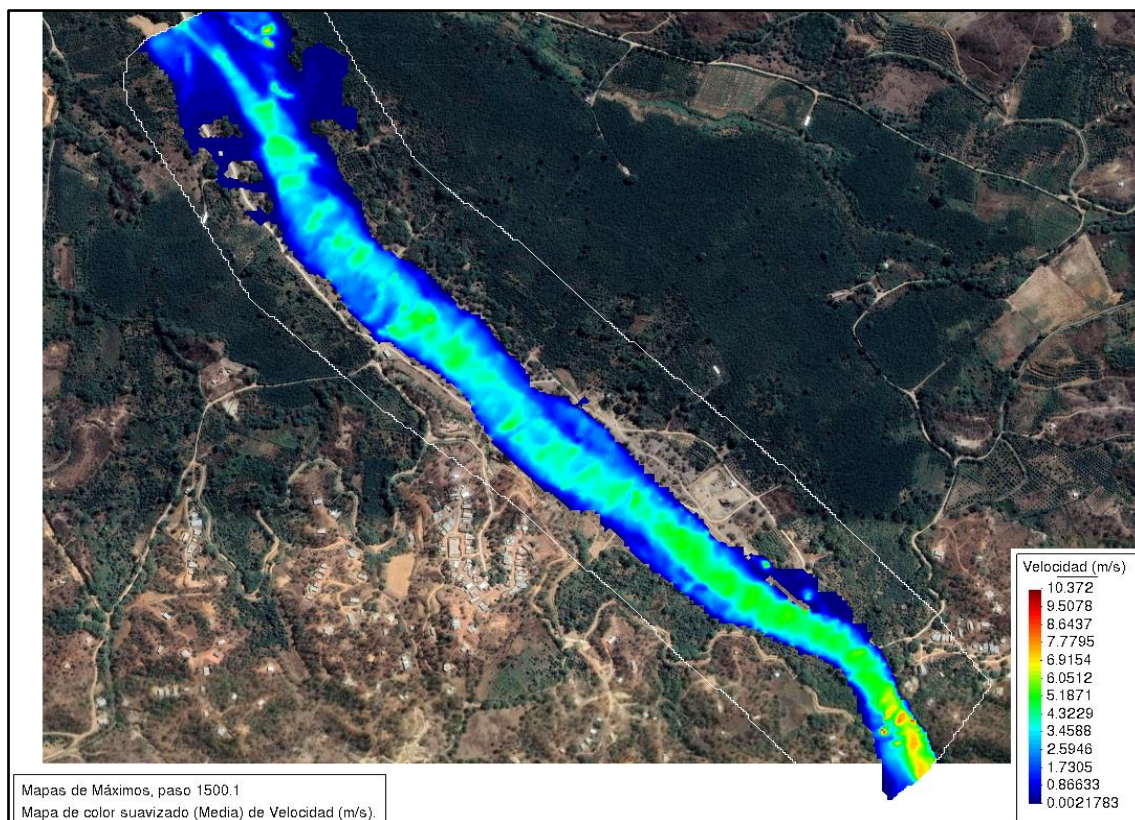


Figura 9. Velocidad de la simulación hidráulica con Iber 3.1

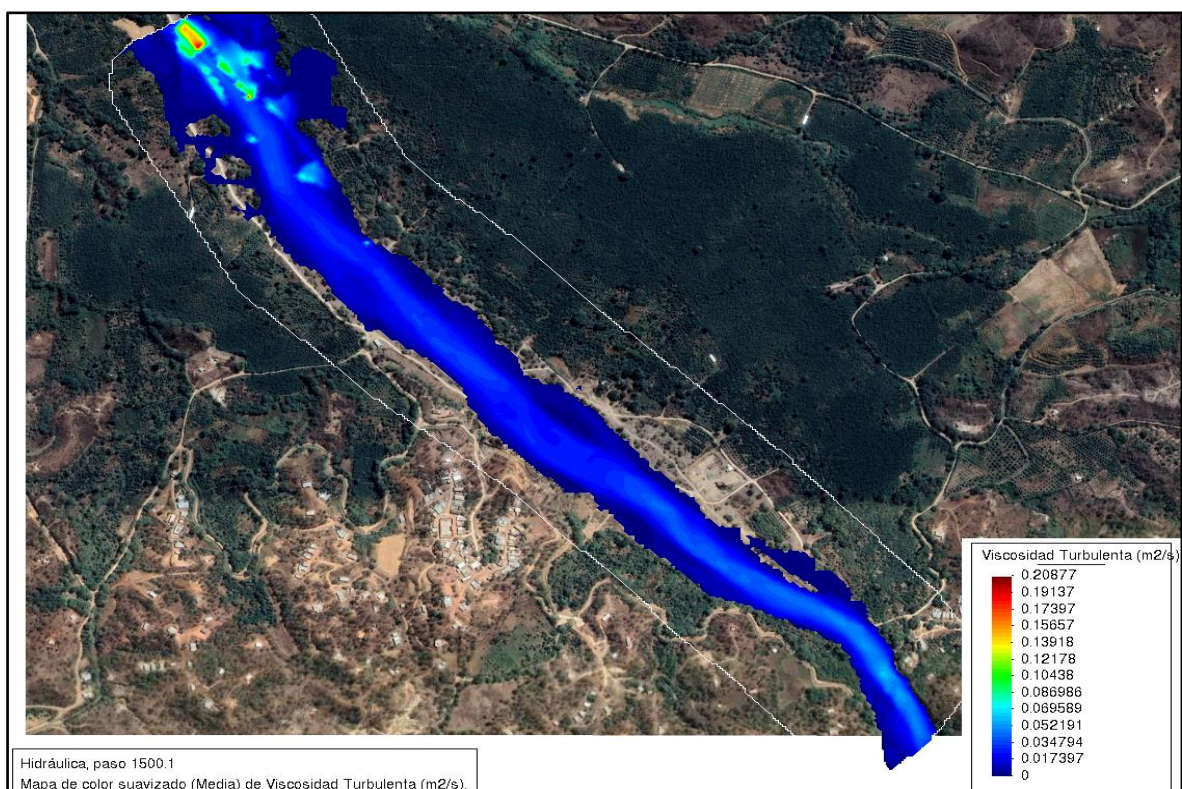


Figura 10. Viscosidad de la simulación hidráulica con Iber 3.1

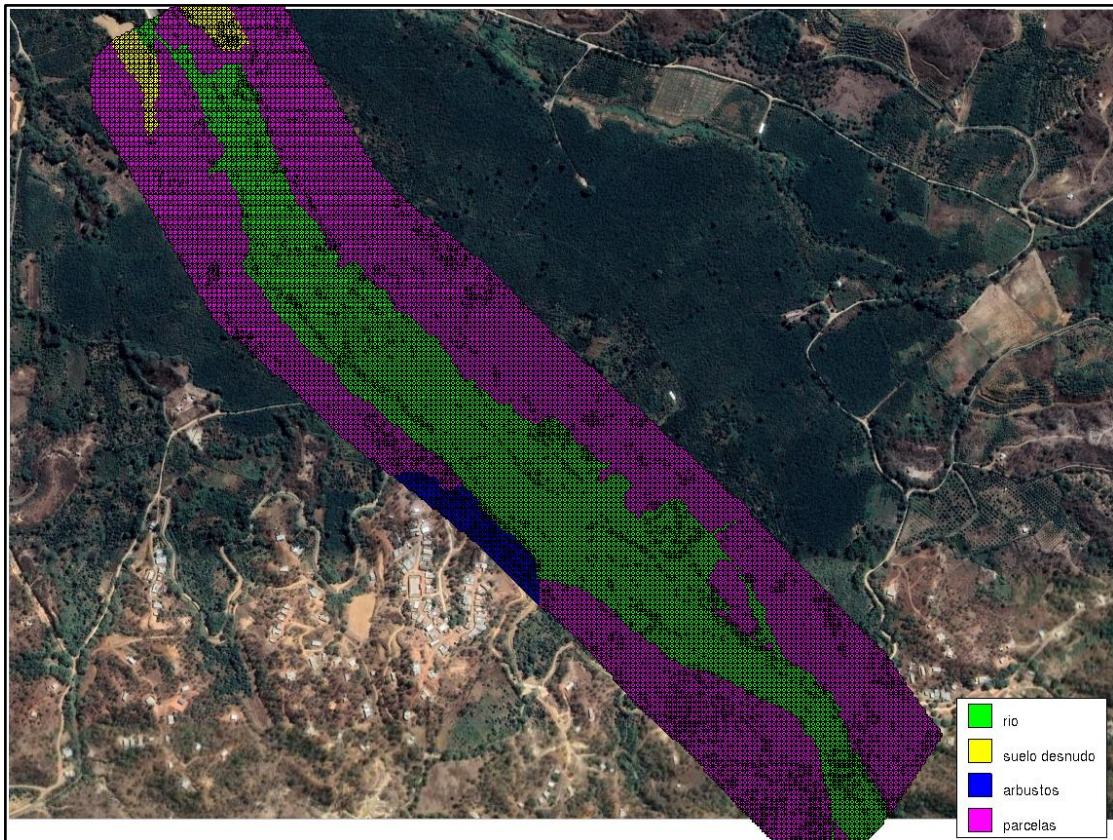


Figura 11. Coeficiente de Manning de la simulación hidráulica Iber 3.1

Tabla 9. Coeficiente de Manning de la simulación hidráulica Iber 3.1

Nº	Nombre de la clase	n de Manning
1	río	0.025
2	suelo desnudo	0.023
3	parcelas	0.18
4	arbustos	0.05

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la simulación hidráulica bidimensional aplicando el software Iber 3.1, donde se obtuvo los resultados siguientes: Tirante hidráulico tomado de 2 secciones transversales; siendo la progresiva 0+420 m con un tirante de 1.68 m y la progresiva 1+700 m con un tirante hidráulico de 2.63 m, el Número de Froude toma los valores de 0.70 siendo el mínimo y 1.40 como máximo, la Viscosidad turbulenta varía desde 0.017 m²/s hasta 0.17 m²/s, asimismo la velocidad de flujo es variable desde 2.59 m/s como mínimo hasta de 4.76 m/s como máximo, para el coeficiente de Manning se tomaron los valores de 0.025 en el cauce de quebrada, 0.023 para suelo desnudo y 0.18 en parcelas.

Las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes.

Tabla 10.*Puntos geodésicos de orden "C"*

Número	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m.)
1	565573.425	9586825.97	41.1877

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.*Ubicación del tramo de estudio quebrada Cabuyal*

Descripción	Progresiva	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m.)	Pendiente (%)
Punto de inicio	0+000	564304.986	9588133.62	30.5	0.4545
Punto final	2+000	565594.051	9586673.28	39.59	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.*Puntos de Control*

Número	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m.)
1	565553.961	9586767.36	38.5322
2	565509.645	9586701.44	45.2316
3	565645.47	9586835.03	44.4859
4	565384.303	9587018.09	39.2888
5	565126.91	9587320.96	37.8866
6	564751.758	9587523.37	33.7239
7	564439.292	9587809.07	30.9933
8	564317.607	9588175.87	30.9041
9	564254.354	9588142.67	29.3858
10	564167.357	9588117.11	31.138
11	564319.219	9587808.68	33.1853
12	564560.356	9587496.9	35.5451
13	565036.802	9587244.29	35.6335
14	565290.924	9586997.62	36.8361
15	565248.214	9586890.09	45.5362

Fuente: Elaboración propia

Se determinó las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes. Se tuvo los siguientes resultados: puntos geodésicos de orden "C" ubicado en la coordenada UTM WGS84 565573.425 m, 9586825.97 m con cota de 41.1877 m.s.n.m.; además se determinó la ubicación del tramo en estudio teniendo un punto de inicio de progresiva 0+000 ubicado en la coordenada UTM WGS84 564304.986 m, 9588133.62 m con cota de 30.50

m.s.n.m. y un punto final de progresiva 2+000 ubicado en la coordenada UTM WGS84 565594.051 m, 9586673.28 m con cota de 39.59 m.s.n.m. y una pendiente de 0.4545%, se marcaron 15 punto de control, asimismo sus riberas de la quebrada se encuentran desprotegidas y erosionadas.

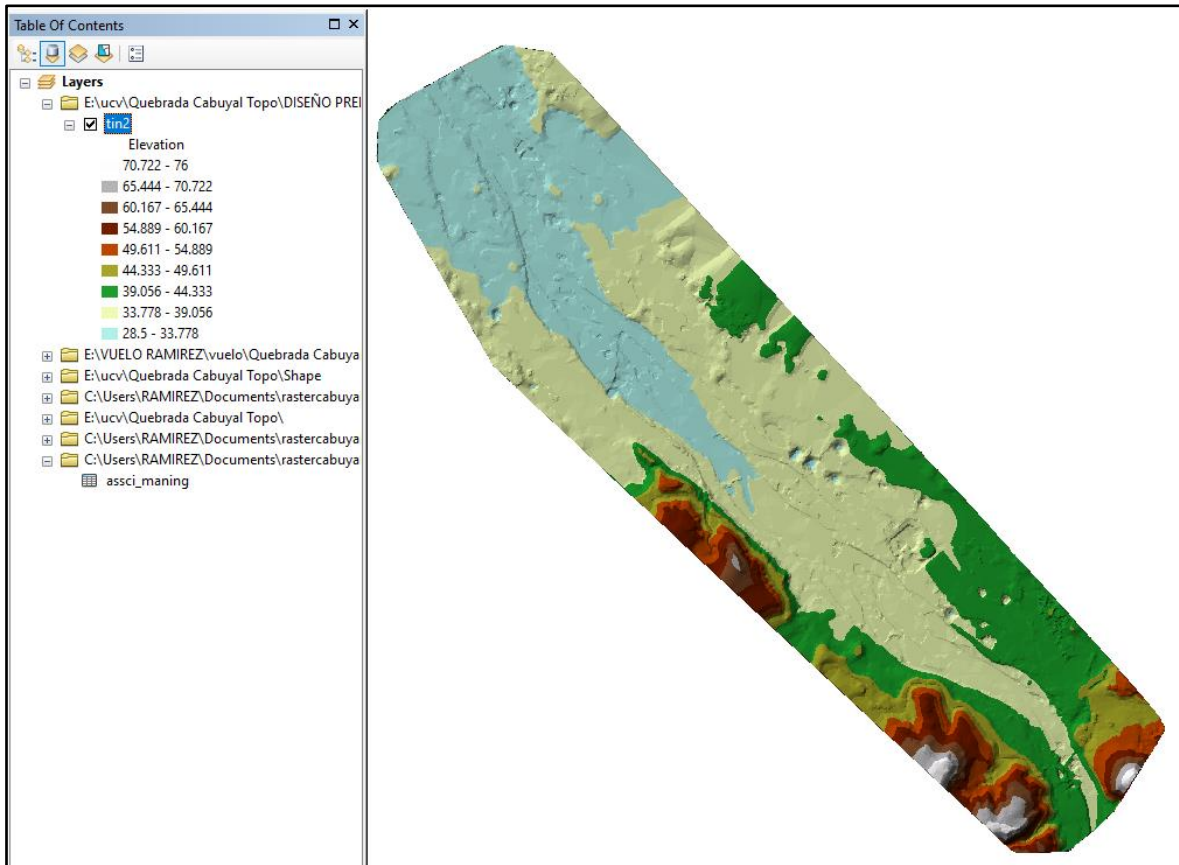


Figura 12. TIN del tramo de estudio

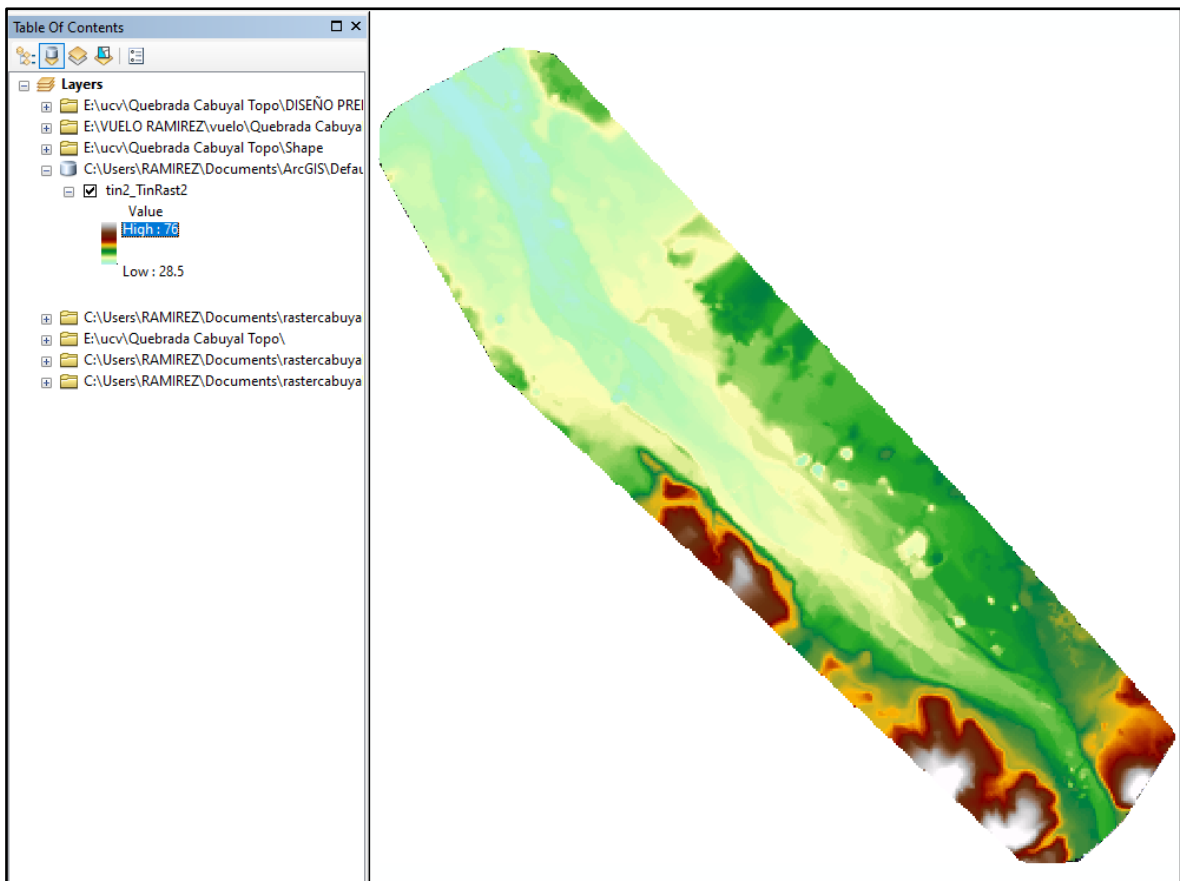


Figura 13. DTM del tramo de estudio

V.- DISCUSIÓN

D1. A partir de los resultados encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general, establece que realizando el modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en la quebrada Cabuyal, se está mitigando la inundación con la propuesta del diseño de defensa ribereña, donde se obtuvo los siguientes resultados: altura de muro 3.00 m, profundidad de uña 4.00 m, ancho de corona de dique 4.00 m. Estos resultados guardan relación con lo indicado por Gómez y Pimentel (2022) aplicó el Iber y los resultados permitieron diseñar un enrocado como propuesta de solución, teniendo resultados como ancho de corona de dique 4.00 m, altura de diseño de dique de 3.50 m y una profundidad de uña de 2.25 m.

Ambos estudios concuerdan en la aplicación del modelo Iber como lo indica Martínez (2019), que la simulación de los diques de acuerdo a su estudio los ha realizado con la herramienta Iber comprobando el efecto que se tendrían en diferentes puntos.

D2. De acuerdo a la tabla 2, en lo que respecta a las propiedades y parámetros morfométricos de la subcuenca quebrada Cabuyal, existe un dato que guardan relación con los resultados de Atoche y Alemán (2019), como es el área de la subcuenca; asimismo existe diferencia significativa con los datos como son el perímetro, alturas, longitud del curso principal entre otros.

Ambos resultados obtenidos en los estudios son necesarios para calcular los caudales máximos de diseño.

De acuerdo a las características de mecánica de suelo concuerdan con la metodología aplicada por Hernández (2017), realizando la excavación de 2 calicatas para el análisis de suelo obteniendo diferentes parámetros para poder determinar la socavación del cauce, asimismo Llanos y Ticona (2021), realizó el análisis de suelo para determinar la socavación aplicado a un periodo de 500 años, obteniendo resultados distintos para los diferentes tramos del cauce.

Ambos estudios son válidos, siendo datos requeridos para obtener las características del suelo y determinar la profundidad de cimentación y estabilidad del muro.

De acuerdo al análisis hidrológico se determinó un caudal de diseño 528.00 m³/s, para un periodo de retorno de 140 años, los resultados obtenidos no guardan relación con el estudio de Atoche y Alemán (2019), ya que determinan un caudal de 802.17 m³/s para un retorno de 50 años, 925.95 m³/s para retorno de 100 años y 1 049.72 m³/s para un retorno de 200 años.

Los resultados de la presente tesis, teniendo como resultado la simulación hidráulica, se procedió a ubicar la huella hídrica de las avenidas ocurridas en el cauce de la quebrada, asimismo en campo se consultó a la población más antigua, y la lámina de inundación se aproxima al punto hasta donde llegó la máxima avenida en la quebrada Cabuyal.

De acuerdo a los parámetros hidráulicos, para el cálculo de ancho estable, se aplicaron cuatro métodos como son método de Simons y Henderson, Método de Pettis, método de Blench, método de Manning, obteniendo los valores de 66.64 m, 102.2 m, 144.07 m y 80.08 m, asimismo por cuestiones técnicas se estableció 100 m de ancho ajustándose a las condiciones del cauce.

Los resultados obtenidos en la presente investigación difieren respecto a Atoche y Alemán (2019), ya que determina un ancho estable de 106 m, para un periodo de retorno de 50 años con un caudal de 802.17 m/s.

D3. Con respecto a la simulación hidráulica con software bidimensional Iber 3.1 en la quebrada Cabuyal, concuerda con la metodología de estudio realizado Según Gómez y Pimentel (2022) en el cauce del río Chicama, con la aplicación del Iber generó diferentes modelos bidimensionales, para analizar la inundación del tramo en estudio, donde los resultados permitieron diseñar un enrocado como propuesta de solución, los estudios son concordantes con lo descrito por Alcántara, et al. (2021) indican que el software Iber es de distribución libre que se usa para simular inundaciones en aguas superficiales siendo; esta de poca profundidad.

D4. Con respecto a las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, es concordante con la metodología aplicada por Gómez y Pimentel (2022) concluyendo que la topografía del río Chicama tiene una pendiente de 0.0064% obtenida del promedio del tramo en estudio, teniendo una longitud de 3.5 km, asimismo Llanos y Ticona (2021), indican que para realizar el prediseño de

estructuras de protección y encauzar un tramo de 6 km en el río Rímac, determina la topografía para poder elaborar las secciones del cauce, asimismo obtuvo el perfil longitudinal.

VI.- CONCLUSIONES

1. Dando respuesta al objetivo general, se concluye que el modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal con el software bidimensional Iber 3.1 y el diseño de defensa ribereña en ambas márgenes, simulado con un caudal de 528 m³/s, no desborda la estructura, siendo la altura de muro de 3.00 m, el tirante hidráulico de 1.79 m, la uña de cimentación es de 4.00 metros de profundidad con un factor de seguridad de 1.10, asimismo el muro es estable a la fuerza de empuje del fluido; asimismo en la margen derecha el muro tiene una longitud de 1,818.00 m. y en la margen izquierda una longitud de 1,923.00 m.
2. Dando respuesta al objetivo específico 1, se concluye que los parámetros morfométricos determinados en la Subcuenca quebrada Cabuyal, son insumos necesarios para calcular el tiempo de concentración siendo un valor de 4.389 horas; El análisis de suelo se realizó para obtener el ángulo de fricción, asimismo el D₅₀ para calcular la profundidad de socavación, obteniendo un valor promedio de 0.267; las precipitaciones máximas para el estudio hidrológico fueron tomadas de la estación Matapalo; la Curva Numero calculada es (CN=72), obteniendo el caudal máximo para un periodo de retorno de 140 años, todo lo aplicado en base a lo indicado por la Autoridad Nacional del Agua y en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; se aplicaron cuatro métodos para determinar el ancho estable, de acuerdo a las condiciones y características del cauce, se realizó la superposición de la sección típica siendo 100 m de ancho en la base, quedando establecida para la simulación hidráulica con proyecto.
3. Dando respuesta al objetivo específico 2, la simulación hidráulica con software bidimensional Iber 3.1, para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, se realizó en condiciones normales; para poder observar las zonas erosivas y de desborde, así como lo diferentes parámetros hidráulicos, con la finalidad de tomar criterios de decisión para la propuesta del diseño de la defensa ribereñas.

4. Dando respuesta al objetivo específico 3, se concluye que las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, se realizó para obtener los datos como son las curvas de nivel y pendiente (0.4545 %), la cual no es muy pronunciada, asimismo las riberas se encuentran desprotegidas y erosionadas, la topografía sirve como un insumo para ser ingresado al programa Iber 3.1 después de haber sido procesada en el Arc Map y convertida en archivo Ascii.

VII.- RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la construcción de una defensa ribereña en ambas márgenes de la quebrada Cabuyal, utilizando el diseño presentado en este proyecto para evitar desbordes y pérdidas económicas.
2. Se recomienda tener en cuenta los parámetros morfométricos, la curva número y el tiempo de concentración de la cuenca para cálculos de caudales.

Se sugiere realizar más de dos calicatas a diferentes profundidades a lo largo del proyecto, para determinar con mayor exactitud el tipo de suelo y d_{50} que más predomina.

Se recomienda realizar el estudio hidrológico en base al cambio climático para determinar caudales máximos con diferentes periodos de retornos y realizar la simulación hidráulica.

Se sugiere utilizar los cuatro métodos para determinar el ancho estable descrita en la presente investigación con caudales de diferentes periodos de retorno.

3. Se recomienda la aplicación de diferentes programas bidimensionales, para realizar el estudio de simulación hidráulica y comparar resultados.
4. Se sugiere que el estudio topográfico se realice con punto BM, enlazados al IGN y aplicar LIDAR para tener un levantamiento topográfico más detallado.

REFERENCIAS

- ALCANTARA, Francisco, et al. "Simulación y análisis de inundaciones en cabeceras de cuenca, utilizando el software IBER en diferentes tramos". *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*.2021. 24(47). Pp.3-12. ISSN: 1561-0888
- ARREGUÍN, Felipe; LÓPEZ, Mario; MARENCO, Humberto. "Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática". *Tecnología y Ciencias del Agua*.2016.7(5). pp. 5-13. ISSN: 0187-8336
- ATOCHE, Máximo, ALEMÁN, Waldir. Estimación de caudales máximos en Cuencas secas y aplicación en diseños obras de defensas ribereñas: caso Quebrada Angostura, Tumbes, 2019. (título Profesional en Ingeniería Agrícola). Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes. Facultad de Ciencias Agrarias. 2019, 16 pp.
<http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/773>
- BENTANCOR, Lisette, SILVEIRA, Luis y GARCÍA, Mario. "Incidencia de la intensidad de lluvia en el tiempo de concentración de microcuencas del Uruguay". *Agrociencia Uruguay*.2014.18(2). pp.106-116. ISSN: 1510-0839
- BLADÈ, Ernest. *et al.* "Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos". *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*.2014. 30(1).pp.1-10. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-metodos-numericos-calculo-338-pdf-S0213131512000454>
- DIAZ, Ángel y MERCADO, Teobaldis." Determinación del número de curva en la subcuenca de Betancí (Córdoba, Colombia) mediante teledetección y SIG". *Ingeniería y Desarrollo*. 2017. 35 (2). pp. 452-470. ISSN: 0122-3461
- DIEZ, Juan y BURBANO, Liliana. "Revisión de los modelos eco-hidráulicos uni-dimensionales (1d) y bi - dimensionales (2d) en corrientes fluviales". *Avances en Recursos Hidráulicos*.2007.(15). pp. 75-88. ISSN: 0121-5701.

- DRANICHNIKOVA, Tatiana. "Nuevas tendencias en la Mecánica de suelos Ingenius". *Revista de Ciencia y Tecnología*. 2008. (3). pp. 28-33. ISSN: 1390-650X
- FERRANDO, Francisco. "Sobre inundaciones y anegamientos". *Revista de Urbanismo*. 2006.(15). pp.25-42. ISSN: 0717-5051
- FONTANELLI, Oscar, MANSILLA, Ricardo y MIRAMONTES, Pedro. "Distribuciones de probabilidad en las ciencias de la complejidad: una perspectiva contemporánea". *Inter Disciplina*. 2020. 8(2). pp.11-37. ISSN: 2448-5705
- FREITEZ, Carlos, MARTÍNEZ, Fabiana y Rincón, Jean. "Evaluación hidráulica de los puentes sobre la quebrada La Guardia aplicando un modelo bidimensional con fondo móvil" *Revista Ingeniería U*. 2017. 24(2). Pp. 196 – 203. ISSN: 1316-6832
- GÓMEZ, Edgar, PIMENTEL, Deyanira. Propuesta de diseño de una defensa ribereña ante inundaciones en el cauce del río Chicama entre el tramo puente Careaga y desvío Sintuco" (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2022. 4 pp, 56 pp.
- GONZÁLEZ, David "Modelo hidráulico virreinal utilizado en el centro histórico de Lima para abastecimiento de agua". *Devenir*.2020.7(14). 91-106. ISSN: 2312-7562.
- GUTIÉRREZ, Jesús, et al. "Modelación hidráulica en Iber para prevención de inundaciones en la cuenca Tesechoacán". *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*.2022.13(71). Pp.159-181. ISSN 2007-1132

- GUTIÉRREZ, Joel, *et al.* "Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México". *Investigaciones Geográficas (Mx)*.2011. (76). pp. 20-33. ISSN: 0188-4611
- HECHEVARRÍA, Jesús. "Formulación matemática del diseño de redes de abastecimiento". *Ecociencia*.2017.4(3). pp.113-134. ISSN: 1390-9320
- HERNÁNDEZ, Rubén, BARRIOS, Héctor y Ramírez, Aldo. "Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. Tecnología y Ciencias del Agua". *Tecnología y ciencias del agua*. 2017.8(3). pp.5-25. ISSN: 2007-2422
- HERNÁNDEZ, Sergio. Modelamiento hidráulico del río Virú, desde la progresiva 20+364 hasta la progresiva 11+773, con fines de defensa ribereña, región La Libertad. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2021. (título profesional en Ingeniería Agrícola), 5 pp. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/17052>
- KHADKA, Jeevika y BHAUKAJEE, Jagritee. Rainfall-Runoff Simulation and Modelling Using HEC-HMS and HEC-RAS Models: Case Studies from Nepal and Sweden. Tesis (Maestría en Recursos Hídricos). Lund: Universidad de Lund, Departamento de Edificación y Tecnología Ambiental, 2018. Disponible en:<http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8956602&fileId=8956603>
- LOZADA, José. Investigación Aplicada. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. 2014.3(1).pp. 47-50 ISSN-e 1390-9592.
- LLANOS, Jordy, TICONA, Yesica. Modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de diques de encauzamiento en un tramo de seis km. del río Rímac ubicado entre el puente ñaña y puente Carapongo en el distrito de Lurigancho – Chosica, provincia y departamento de Lima (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Lima: Universidad de San Martín de Porres.

Facultad de Ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2021. 10 pp. y 203 pp.

MARTÍNEZ, Héctor. “Metodología de la investigación Con enfoque en competencias”. México D.F. Cengage Learning, 2012. pp. 254. ISBN 13: ISSN: 978-607-481-766-9

MARTINES, Raquel. Simulación numérica de inundaciones fluviales en las Omañas (León). Propuesta de medidas correctoras (tesis Doctoral). Madrid-España: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, 2019. 92 pp. y 93 pp.

MATERÓN, Hernán, *et al.* “Modelación hidrológica e hidráulica aplicada a estudios de inundabilidad en cauces naturales caso de estudio: urbanización río Nima” *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*. 2006.(5). pp. 27-38. ISSN: 1692-991

MEZA, Yahaira. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Tarma en el sector de Santo Domingo- Palca-Tarma. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Tarma: universidad Católica Sedes Sapientiae. Facultad de Ingeniería 2019, 65 pp. y 66 pp.
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/731>

ÑAUPAS, Humberto. *et al.* Metodología de la Investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. [en línea] 4.^a ed. Bogotá, Ediciones de la U, 2014 [fecha de consulta: 10 de julio de 2022]. Capítulo II. La investigación científica. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=VzOjDwAAQBAJ&pg=PA97&dq=Enfoque+cuantitativo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwie85m0pu34AhWSJrkGHXKNBlw4ChDoAXoECAsQAq#v=onepage&q=Enfoque%20cuantitativo&f=false>
ISBN: 978-958-762-188-4

- OMENA, Benício, *et al.* "Hydrological and hydraulic modelling applied to the mapping of flood-prone áreas". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. 2016 21(1).pp. 152 – 167. ISSN 2318-0331
- PÉREZ, Julio y Senent, Javier. "Curvas intensidad–duración-frecuencia de tormentas de corta duración en la cuenca del río Segura, España" *Agrociencia*. 2017. 51(6). pp. 607-616. ISSN: 1405-3195
- PIZARRO, Roberto, *et al.* "Análisis comparativo de tres hidrogramas unitarios sintéticos en dos cuencas mediterráneas de Chile, región del Maule" *Revista Chapingo*. 2014. 20(1). pp. 5-20. 2007-3828
- RAMOS, Alfredo y PACHECO, José. "Análisis hidrológico e hidráulico de la cuenca del río Frio, municipios de Ciénaga y zona bananera, departamento del Magdalena". *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*. 2017.9(1). pp. 156-178. ISSN: 2145-549X
- RINCÓN, Jean, *et al.* "Análisis comparativo entre los modelos hec-ras e iber en la evaluación hidráulica de puentes" *Artículo de Investigación. Revista Gaceta Técnica*.2017. 17(1). pp. 9-28. ISSN 1856-9560
- ROJAS, Wendy, *et al.* "Percepción de riesgo ante las inundaciones en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú". *Revista Cubana de Salud Pública*. 2019.45(2). e1190. ISSN: 0864-3466
- ROA, José y KEARNEY. "Michael Acumulación y dirección de la escorrentía superficial a través del método del Número de Curva (nc) y SIG en una vertiente urbana de la ciudad de Trujillo-Venezuela". *Revista Geográfica Venezolana*. 2013. 54(2). pp. 273-300. ISSN: 1012-1617
- RODRÍGUEZ, Francisco. "Cuencas hidrográficas, descentralización y desarrollo regional y participativo". *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*. 2006. 7(12). pp. 113-125. ISSN: 2215-2458

RODRÍGUEZ, Yakelin y MARRERO, Norberto. "Metodología para la simulación hidrológica de eventos extremos máximos en ausencia de datos hidrométricos a escala horaria". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2010.19(4). pp. 53-59. ISSN: 1010-2760

RODRÍGUEZ, Mauro. Modelación hidráulica del río Pacuare bajo diferentes escenarios de obras de protección contra inundación en la comunidad de La Lucha de Siquirres, Limón (Informe de Trabajo Final de Graduación para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Agrícola). Cartago: Instituto Tecnológico De Costa Rica. Vicerrectoría de Docencia. Escuela de Ingeniería Agrícola. 2019, 72 PP.

TERÁN, R. "Diseño y construcción de defensas ribereñas". Escuela Superior de Administración de Aguas "Charles Sutton". Lima.1998.

VILCHIS, Iván, *et al.* "Modelación hidrológica con base en estimaciones de precipitación con sensores hidrometeorológicos". *Tecnología y Ciencias del Agua*. 2015.6(4). pp. 45-60. ISSN: 0187-8336.

ZAVALETA, Elizabeth, CRUZ, Héctor y MÁRQUEZ, Juan. "Potencial de infiltración de agua de lluvia a partir de la retención de una plantación forestal". *Foresta Veracruzana*. 2012. 14(1). pp23-28. ISSN: 1405-7247.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Modelamiento Hidráulico.	Es la predicción de las áreas de inundación y mitigación en un río o quebradas para diferentes periodos de retorno. (Fuente propia)	Software Iber	Levantamiento Topografía con dron, GPS diferencial y ROVER	Software ArcGis.	Km ²
				Puntos de control BM	Coordenadas UTM
			Estudios hidrológicos	Precipitaciones	mm
				Caudal máximo	m ³ /Seg
				Caudal de diseño para defensa ribereña	m ³ /Seg
Modelamiento hidráulico	Software IBER	m.			
Diseño de Defensa Ribereña.	Son medidas que constan de estructuras diseñadas en base a los principios de la ingeniería, para controlar la erosión producto de la escorrentía superficial. (Terán, 1998).	Diseño de defensa ribereña.	Estudio de mecánica de Suelos	Granulometría	D50
				Límites de consistencia	%
				Contenido de humedad	%
				Capacidad Portante.	Kg/Cm ²
			Diseño de Dique	Software Civil3D	m

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición	Instrumento de medición
¿Cuál es el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal para el diseño de la defensa ribereña, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022?.	Realizar el modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal para el diseño de defensa ribereña, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022.	Realizando el modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en la quebrada Cabuyal, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022, estaría mitigando la inundación.	Independiente: Modelamiento hidráulico..	Propiedades y parámetros morfométricos de la cuenca.	Área	Km ²	Software ArcGis
					Perímetro	Km	Software ArcGis
					Curva hipsométrica	m.s.n.m	Software ArcGis
				Fotogrametría	Curvas de nivel	m	Dron
				Modelamiento hidrológico.	Caudal máximo extraordinario de diseño.	m ³ /s	Fórmulas
Modelamiento hidráulico.	Aplicación de modelo bidimensional	Has	Software – Iber 3.1				
Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas					
<p>PE1: ¿Cuáles son las propiedades y parámetros morfométricos, mecánica de suelos, hidrológicos y de hidráulica para el modelamiento hidráulico Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes?</p> <p>PE2: ¿Qué simulación hidráulica se realizará para el modelamiento hidráulico Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes?</p> <p>PE3: ¿Cuáles son las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes?</p>	<p>OE1: Determinar las propiedades y parámetros morfométricos, mecánica de suelo, hidrológicos y de hidráulica para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes.</p> <p>OE2: Realizar la simulación hidráulica con software bidimensional para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes.</p> <p>OE3: Determinar las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes.</p>	<p>HE1: Determinando las propiedades y parámetros morfométricos, mecánica de suelo, hidrológicos y de hidráulica para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes., se diseñará la defensa ribereña para mitigar las inundaciones.</p> <p>HE2: Realizando la simulación hidráulica con software bidimensional para el modelamiento hidráulico en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes, se determinará el diseño y altura adecuada para la defensa ribereña.</p> <p>HE3: Determinando las características del estudio de topografía en la quebrada Cabuyal, distrito Pampas de Hospital, Tumbes, se obtendrá la forma y condiciones del área del terreno.</p>	Dependiente: Diseño de defensa ribereña.	Estudio de suelo.	Físicos	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico - Clasificación de suelos. - Ensayos de límites de consistencia. - Límite líquido. - Límite plástico. - Contenido de humedad. - Diámetro de la partícula. - Ensayo de Proctor modificado. 	Análisis en laboratorio.
Población, muestra y muestreo	La población es el cauce de la quebrada Cabuyal, la muestra es la progresiva Km 4+000 hasta el Km 6+000 de la quebrada Cabuyal y el muestreo es un tramo crítico de la quebrada Cabuyal del distrito de Pampas de Hospital.						

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: Panel fotográfico

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FAACULTAD DE INGENIERÍA DE AGUAS Y OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRAFICO			
TESIS		MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBERENA, DISTRITO DE RAMAS DE HOSPITAL, TUMBES 2022	
AUTORES		Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Wilca Blanca, Karla Oliver. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.	
Ensayo de absorción			
Recolección de muestras de suelo			
			
Foto N° 1		Foto N° 2	
Excavación de calicata C1		Medición de Napa freática de calicata C1	
			
Foto N° 3		Foto N° 4	
Excavación de calicata C2		Calicata C2 terminada	

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022 .
AUTORES	Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.

Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado ASTM D – 422



Foto Nº 5
Tamíz

Foto Nº 6
Colocación de tamices







Foto Nº 7

Foto Nº 8

Tamizando muestra de suelo de calicata C1

Tamizando muestra de suelo de calicata C2

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INENIERÍA CIVIL
PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022 .
AUTORES	Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.
Contenido de humedad ASTM D – 2216	
	
Foto Nº 9	Foto Nº 10
Estufa	Colocando muestra de suelo de calicata C1
	
Foto Nº 11	Foto Nº 12
Muestra de suelo de calicata C2	Colocando muestra de suelo de calicata C2

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
		ESCUELA PROFESIONAL DE INENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO			
TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022 .		
AUTORES	Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.		
Límite Líquido (ASTM D – 423)			
			
Foto N° 13		Foto N° 14	
Muestra de suelo de C1		Cazuela de Casagrande	
			
Foto N° 15		Foto N° 16	
Realizando el número de golpes de muestra de suelo de calicata C1		Realizando el número de golpes de muestra de suelo de calicata C2	

PANEL FOTOGRÁFICO

TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022 .
AUTORES	Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.

Límite Plástico (ASTM D – 424)

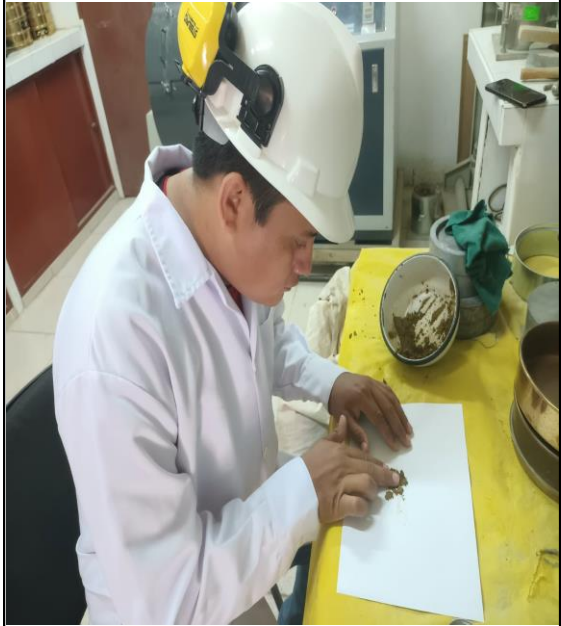


Foto N° 17

Foto N° 18

Muestra de suelo C1

Realizando ensayo de muestra de suelo C1










Foto N° 19

Foto N° 20

Realizando ensayo de muestra de suelo C2

Amasado de muestra de suelo C2

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
		ESCUELA PROFESIONAL DE INENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO			
TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022 .		
AUTORES	Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.		
Ensayo de corte directo ASTM D – 3080			
			
Foto N° 21		Foto N° 22	
Equipo de ensayo de corte directo		Colocado de muestra de suelo en molde	
			
Foto N° 23		Foto N° 24	
Tomando resultados muestra de suelo C1		Tomando resultados muestra de suelo C2	

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	
		ESCUELA PROFESIONAL DE INENIERÍA CIVIL	
PANEL FOTOGRÁFICO			
TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022 .		
AUTORES	Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.		
Topografía			
			
Foto N° 25		Foto N° 26	
Visualizando el área		Marcado de puntos de control	
Colocación de ROVER para BM			
			
Foto N° 27			
Instalación y Calibración de GPS diferencial			

PANEL FOTOGRÁFICO	
TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBERENA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022.
AUTORES	Br. Ramirez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivas, Eric Mariza.

Forma de puntos de control



Foto N° 28	Foto N° 29
------------	------------

Captando señal de Satélite con ROVER	Toma de puntos de control con ROVER
--------------------------------------	-------------------------------------

Vuelo con dron



Foto N° 30	Foto N° 31
------------	------------

Armado de dron	Captando señal para iniciar vuelo
----------------	-----------------------------------

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
		ESCUELA PROFESIONAL DE INENIERÍA CIVIL
PANEL FOTOGRÁFICO		
TESIS	MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES, 2022 .	
AUTORES	Br. Ramírez Coveñas, Edgard Nilson. Br. Saavedra Olivos, Yelice Maritza.	
Contenido de humedad ASTMD – 2216		
		
Foto N° 32		Foto N° 33
Elevación de dron		Controlando el vuelo mediante la pantalla

ANEXO 4: Delimitación de cuenca quebrada Cabuyal con ArcGis 10.2

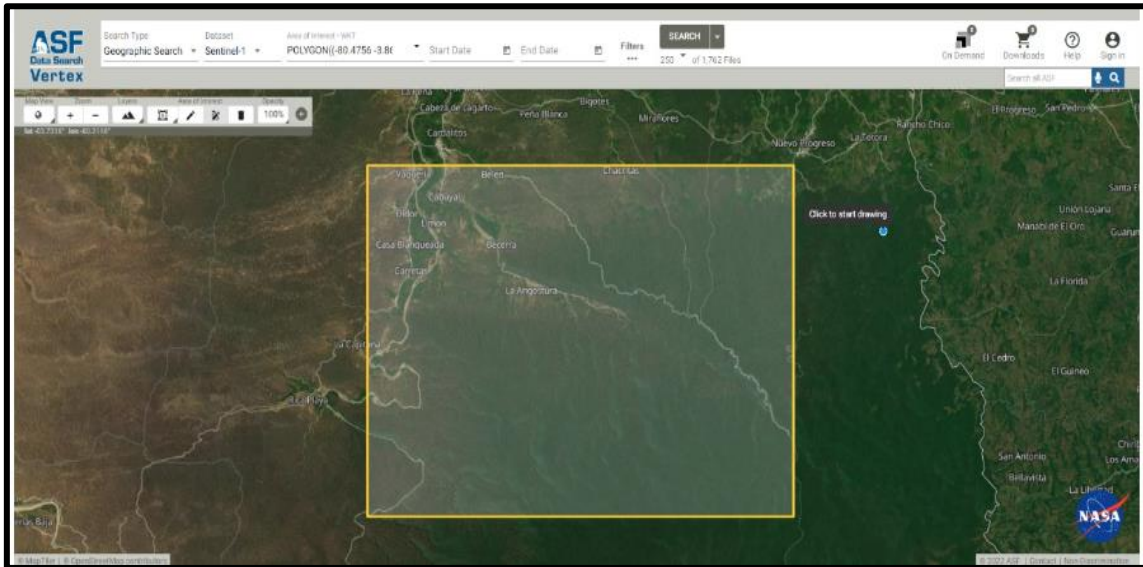


Imagen 1. Obtención de DEM - página web Alos Palsar.

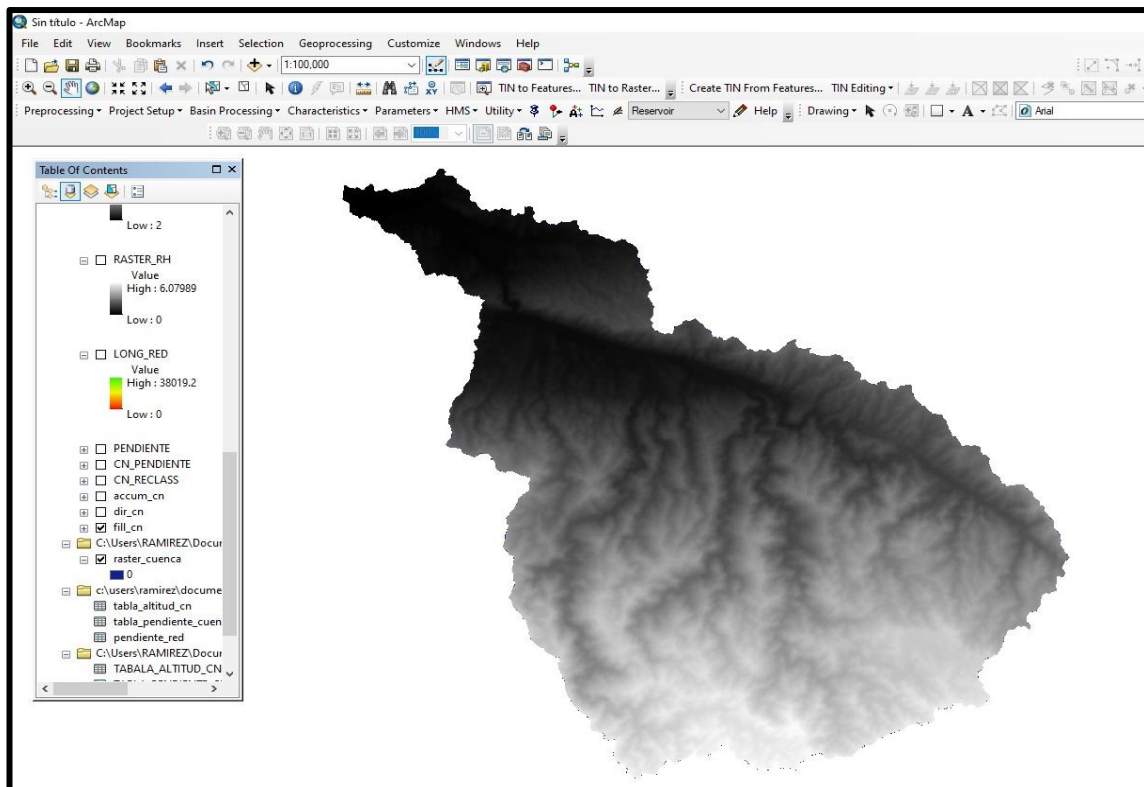


Imagen 2. Raster de la cuenca quebrada Cabuyal.

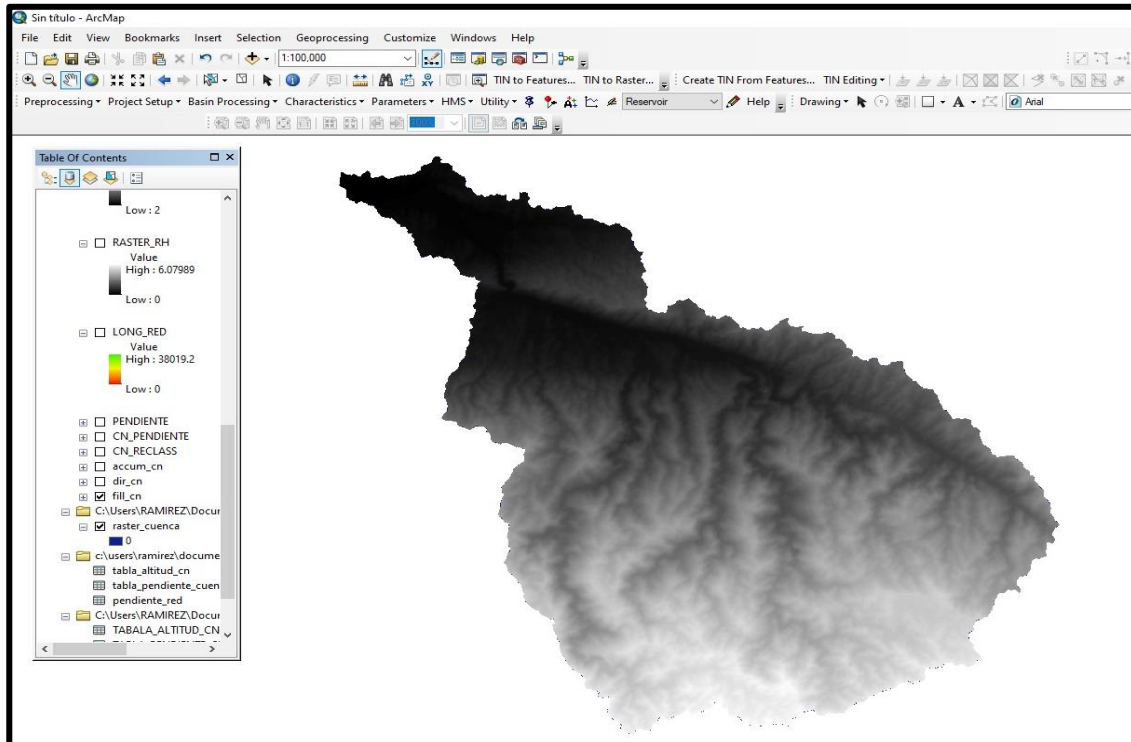


Imagen 3. Creación de fill de la cuenca quebrada Cabuyal.

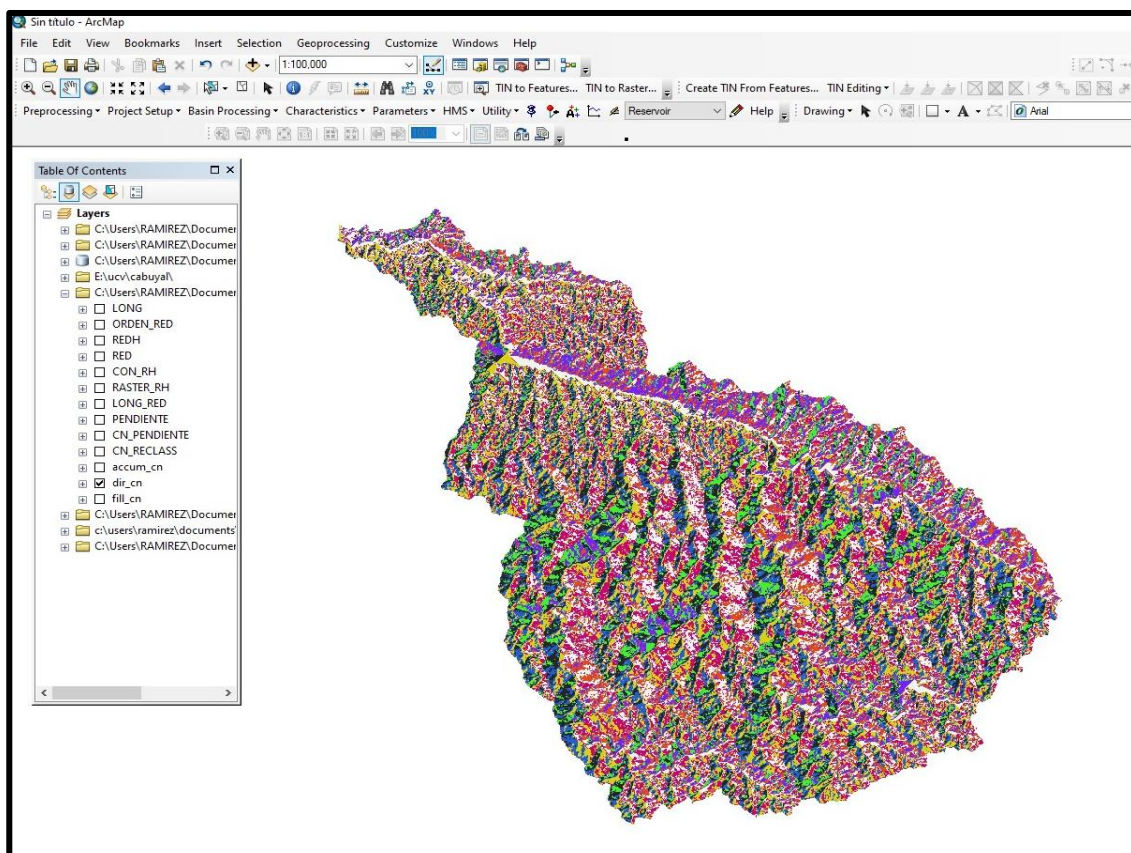


Imagen 4. Creación de Flow direction de la cuenca quebrada Cabuyal

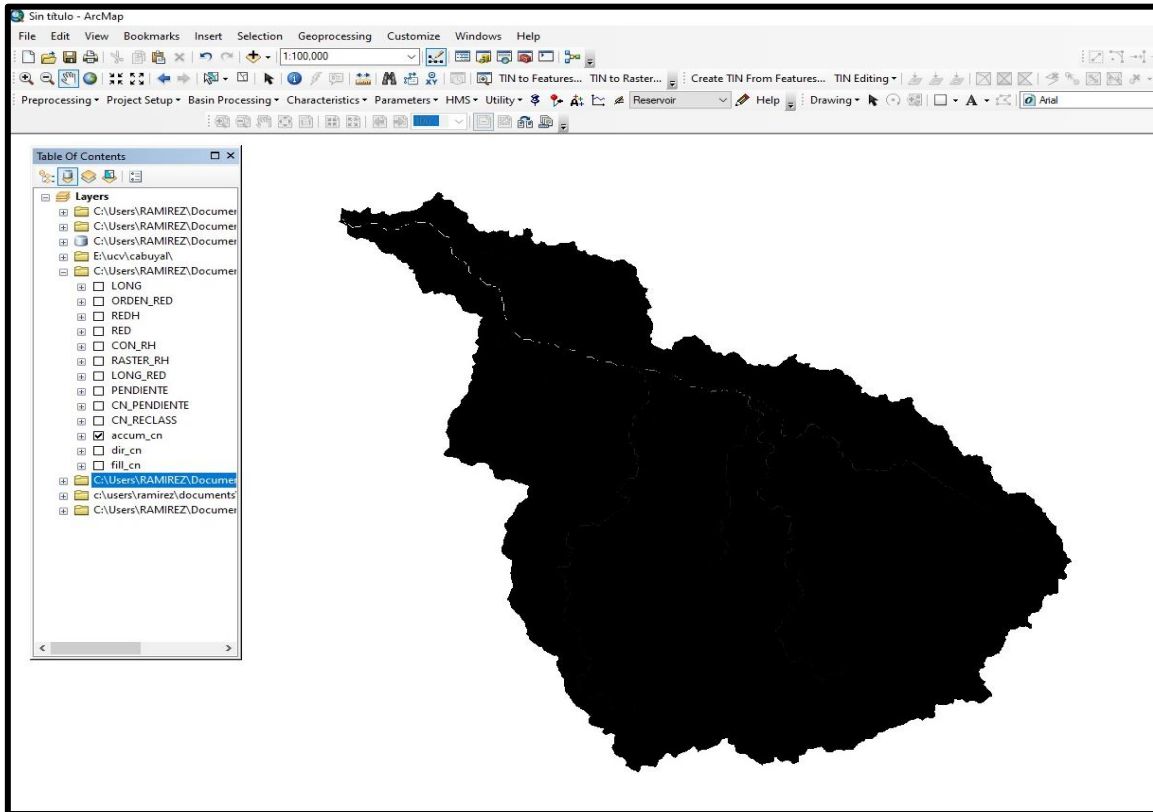


Imagen 5. Creación de Flow accumulation de la quebrada Cabuyal.

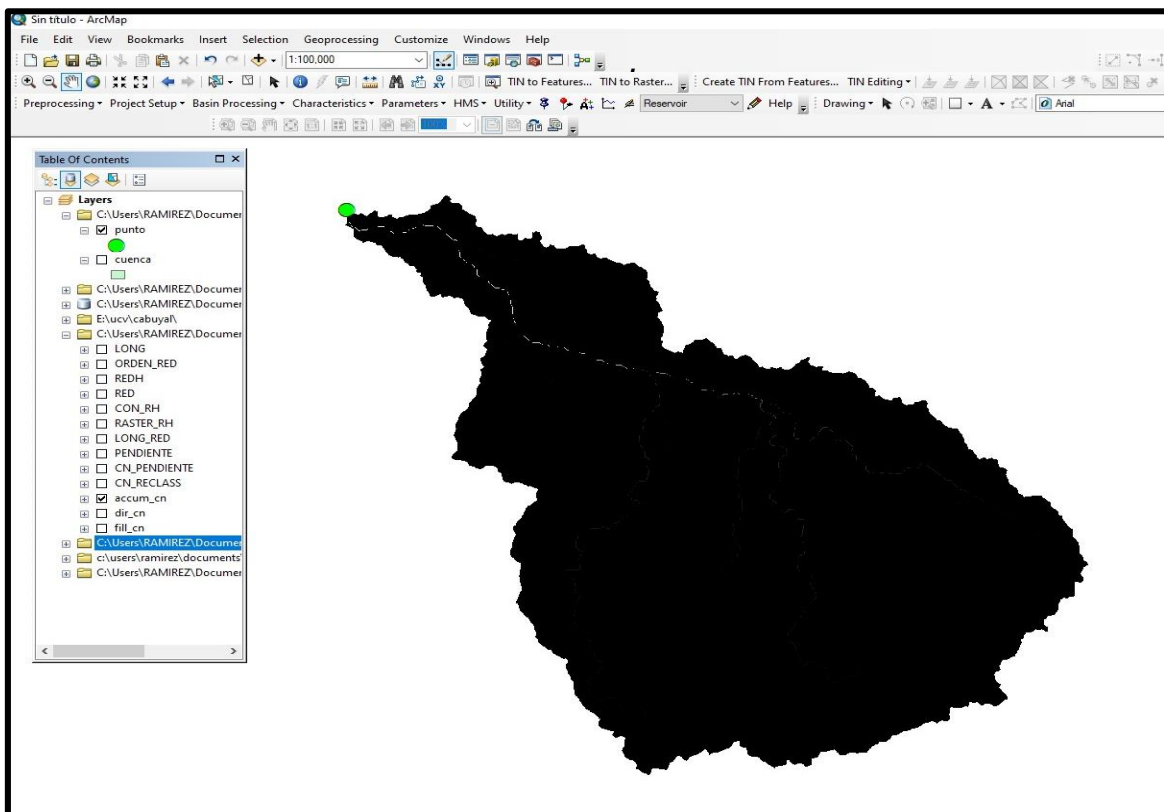


Imagen 6. Shapefile creado y su punto de aforo de la quebrada Cabuyal

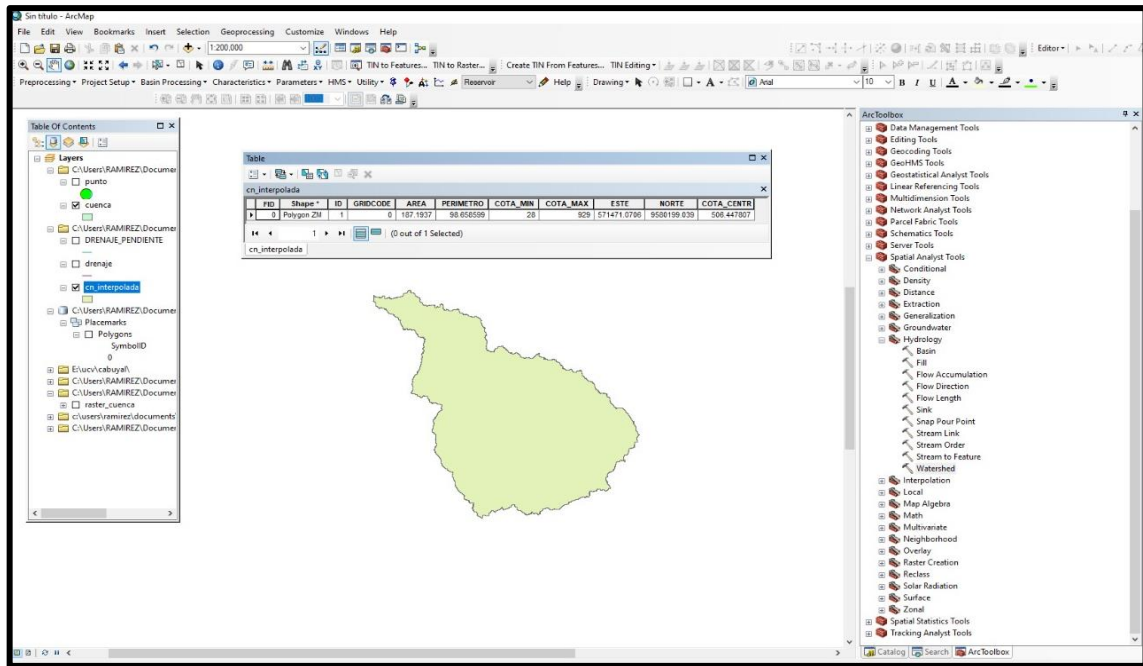


Imagen 7. Parámetros de la cuenca quebrada Cabuyal

Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes

Permite identificar de manera gráfica las cotas máximas y mínimas de una cuenca, además, de estar asociada con la edad que podría tener la cuenca quebrada Cabuyal.

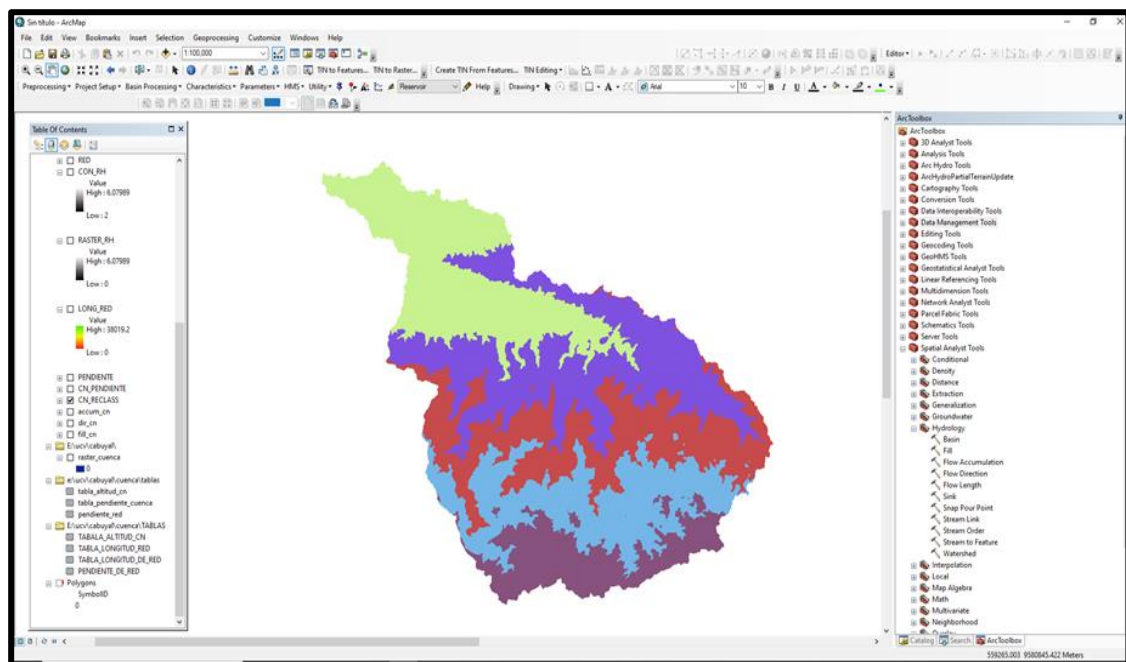


Imagen 8. Cuenca reclasificada

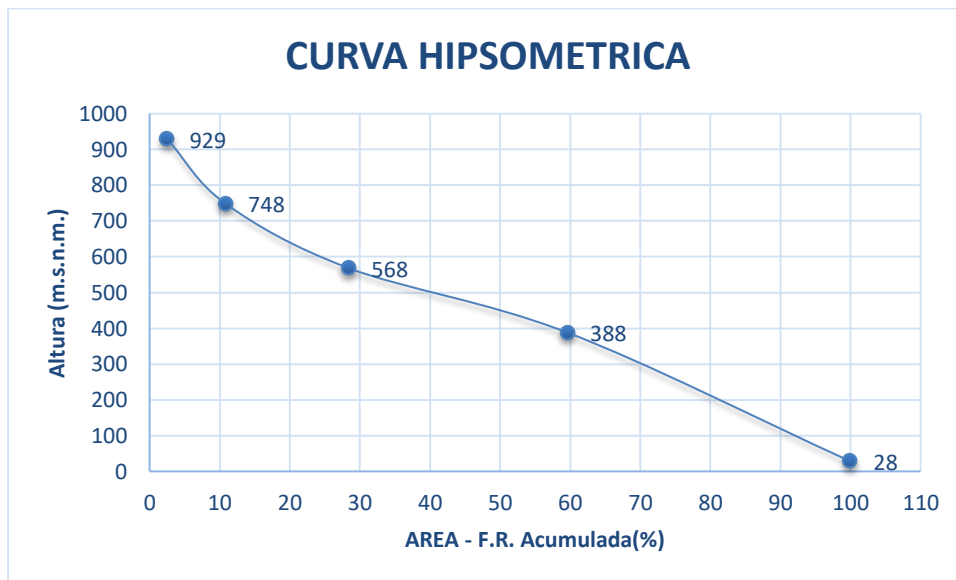
Tabla 1. cotas máximas y mínimas

N°	Cotas (msnm)			Área			
	Mínima	Máxima	Promedio	F.A. (Km2)	F.A. Acum. (Km2)	F.R. (%)	F.R. Acum (%)
1	-3.00	305.00	151.000	591.61	905.4	65.34	100.0
2	306.00	613.00	459.500	167.11	313.8	18.46	34.7
3	614.00	922.00	768.000	71.25	146.7	7.87	16.2
4	923.00	1230.00	1076.500	65.92	75.5	7.28	8.3
5	1231.00	1539.00	1385.000	9.54	9.5	1.05	1.1

Fuente: Elaboración propia.

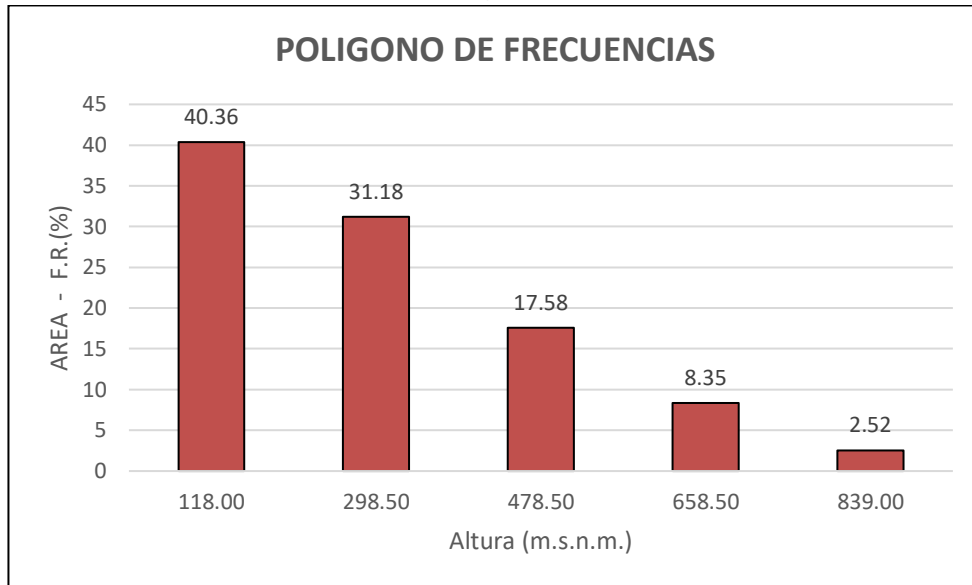
Se puede observar que la Subcuenca quebrada Cabuyal se encuentra en el rango de la curva "B" es una cuenca en equilibrio (fase de madurez).

Gráfico 1. Curvas hipsométricas.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Polígono de frecuencias



Fuente: Elaboración propia.

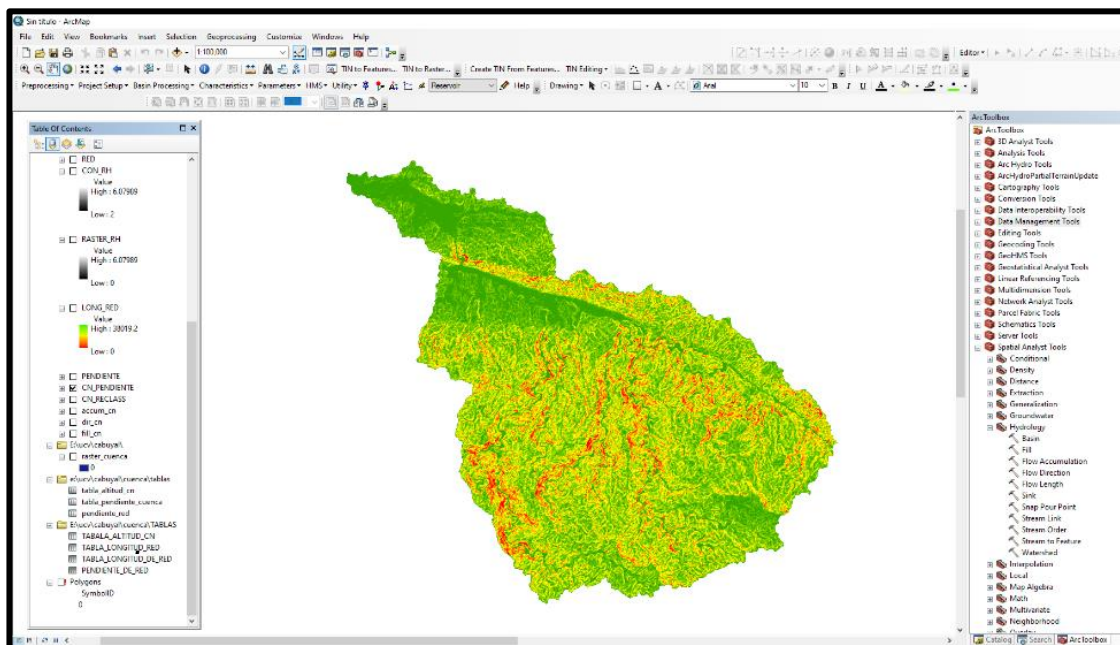


Imagen 1. Creación de la pendiente de la quebrada de Cabuyal.

Tabla 2. Pendiente promedio.

N°	Rango de Pendiente (%)			Número de Ocurrencias (2)	(1) x (2)
	Inferior	Superior	Promedio(1)		
1	0.00	14.00	7.00	290525	2033675.00
2	14.14	28.18	21.16	391310	8280147.16
3	28.28	42.19	35.24	308190	10859739.67
4	42.38	56.36	49.37	145049	7160724.81
5	56.46	70.46	63.46	49023	3110951.38
6	70.61	84.58	77.60	13770	1068503.34
7	84.59	98.67	91.63	3140	287724.98
8	98.73	112.71	105.72	765	80877.32
9	112.87	126.57	119.72	204	24423.06
10	127.00	140.98	133.99	36	4823.75

Fuente: Elaboración propia.

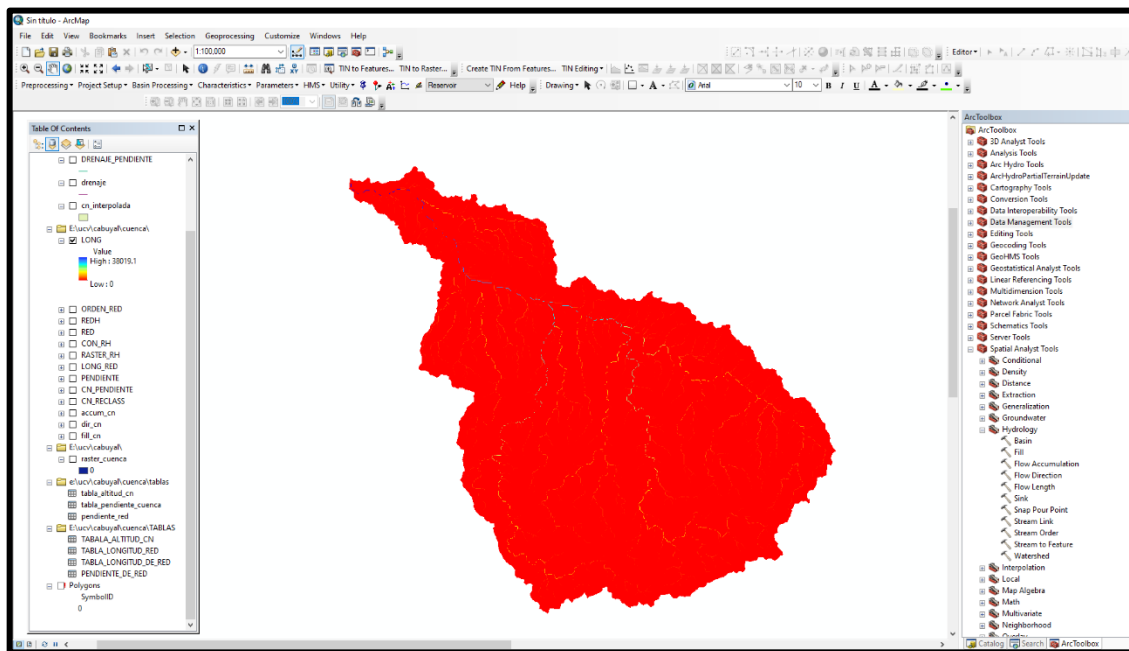


Imagen 10. Creación de la pendiente de la quebrada de Cabuyal

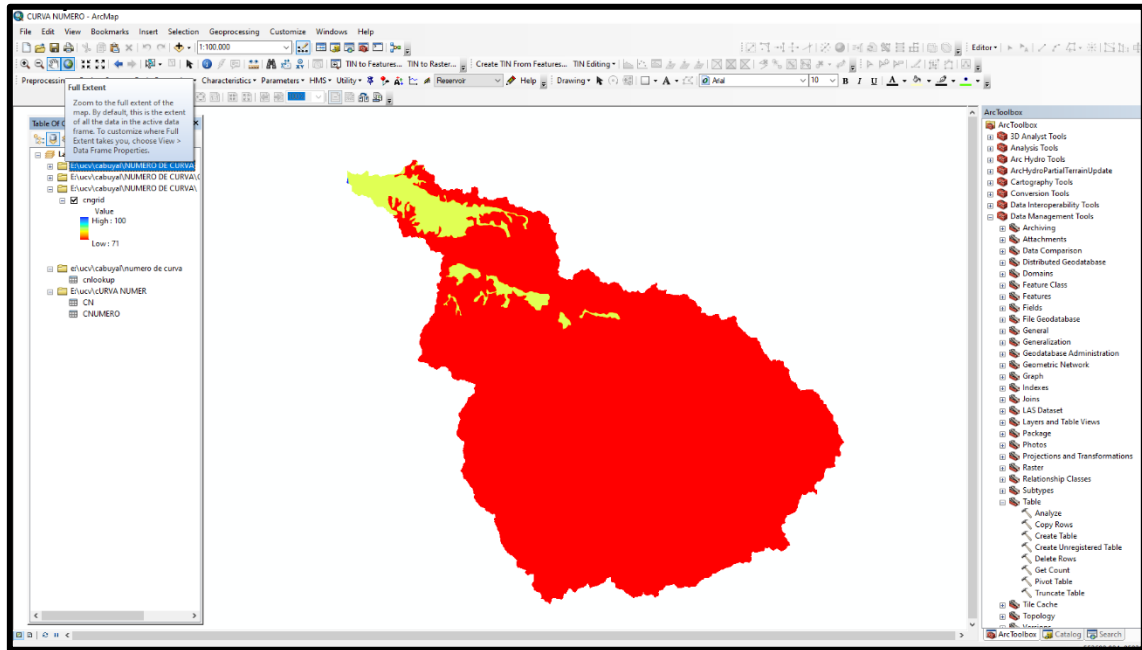


Imagen 11. Curva Numero de la Subcuenca quebrada de Cabuyal

Tabla 3. Curva número

Cobertura Vegetal	Grupo Hidrológico	CN	AREA (Ha)	Producto $\sum CN \cdot A$
Bosque subhúmedo de montaña	C	71	8199.56	582168.76
Agricultura costera y andina	C	83	19.20	1593.32
Agricultura costera y andina	C	83	23.43	1944.41
Agricultura costera y andina	C	83	11.02	915.03
Agricultura costera y andina	C	83	126.22	10476.43
Agricultura costera y andina	C	83	58.12	4823.86
Agricultura costera y andina	C	83	745.54	61879.90
Bosque seco de colina alta	C	71	2641.57	187551.47
Bosque seco de colina baja	C	71	24.53	1741.45
Bosque seco de colina baja	C	71	520.74	36972.75
Bosque seco de colina baja	C	71	25.46	1807.94
Bosque seco de colina baja	C	71	129.45	9191.23
Bosque seco de colina baja	C	71	271.08	19246.75
Bosque seco de montaña	C	71	43.03	3055.00
Bosque seco de montaña	C	71	5941.31	421833.01
Río	C	100	0.65	64.58
	Sumatoria		18780.91	1345265.89
	CN			72

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5: Cálculo de hidrología

1. Datos de precipitaciones

Tabla 4. Precipitaciones máximas mensuales estación EL Tigre

Estación EL TIGRE (151100) - Precipitaciones Máximas Mensuales													
Departamento: TUMBES				Provincia: TUMBES				Distrito: SAN JACINTO					
Latitud : 3°48'8.4" S				Longitud : 80°27'24" W				Altitud : 45 m s. n. m.					
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PP MAX
1964	52	2.2	9.6	9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	52
1965	0	0.9	40	30.1	12.6	0.1	0	0	0	0	0	2	40
1966	9.2	0.9	20	0.3	0	0	0	0	0	3.1	0.4	0	20
1967	14.2	36.2	0	12.4	0	0	0	0	0	8.6	0	0	36.2
1968	0.9	0	1.1	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
1969	9.8	10.3	36.2	83.5	47.2	41.4	0.2	0	0	0	0	0.5	83.5
1970	35	50.8	4	0	19.5	0	0	0	0	22.9	0	0	50.8
1971	4.4	40	20.1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	40
1972	8.5	41.9	60.7	60.8	5.4	6.7	0	0	0	0	0	0	60.8
1973	60.8	10.2	9.9	9.6	4.2	0	0	0	0	0	0	1.6	60.8
1974	0.2	1.6	5.8	10.5	6.5	6.5	0	0	0.6	6.3	0.3	0.5	10.5
1975	8.9	10.2	60.3	19.1	1.6	0.6	2.2	5.5	1.5	1.8	1.6	0	60.3
1976	60.8	30.7	32.1	10.9	5.6	7.8	0	0.4	0.3	0.2	0	0.2	60.8
1977	3.4	36.7	20.1	28.1	1.5	0.5	0	0	3.4	0	0	0	36.7
1978	4.9	10.7	28.5	5	2.2	0	0	0	1	0	0	2.5	28.5
1979	10.1	14.5	12.5	24	3.2	0	1	0	0	0	0	0	24

1980	4.5	0.8	20	12	1	0	0	0	0	0	7.4	3.1	20
1981	0	30.1	17.5	11.9	0	0.3	0	0	0	0	0	2.6	30.1
1982	0.2	0.4	0	4.7	0	0	0	0	0	1.1	4.8	12.3	12.3
1983	41.8	29	82.4	78.5	72.7	30	13.7	0	4.1	4.6	1.8	1.4	82.4
1984	0	30	35.2	2.4	1	3.7	0.2	0	0	0	0	1	35.2
1985	1.9	1.6		2.5	1.4	1.5	0	0	0	2.3	0	3.7	3.7
1986	10	27	0	40	0	0	0	0	0	0	7.4	3	40
1987	72	42.2	28.5	45.5	1.8	0.7	0.4	0.3	0.7	0	0	1	72
1988	7.2	8.5	7.4	2.6	1.8	0	0.2	0.3	0.3	0	2	3.4	8.5
1989	28	67.5	16	9	0	4.7	0	0	0	0.6	0	0.6	67.5
1990	4.9	11.9	11.4	4.5	4.2	0.4	0						11.9
1993	3.8	45.6	33.7	42	19	0	3.2	0.8	0.4	9.4	0	1.6	45.6
1994	40.2	47.7	35.6	16.6	1.7	0.9	0.6	0.3	0.1	0.3	0.8	9.7	47.7
1995	29.2	11.8	10.1	1.6	9.3	0	1.4	0.5	0	0	3.7	6.2	29.2
1996	14.6	18.3	19.2	5.8	0	0.3	0.2	0	0	0.9	1.2	2.5	19.2
1997	7.2	9.2	24.3	55.6	7.6	8	1.3	0.5	8.8	3.8	53	106	106
1998	90	185	76.5	40.1	28.7	4.4	1.1	0.8	1.2	3	1	1	185
1999	3	64	29.3	111.8	21.7	0.6	0.5	0.1	1.2	0.2	0		111.8
2000	2.4	32	29.5	42.4	23.3	1.7	0.3	0	0.4	0	0	7.8	42.4
2001	11.2	20.7	53.1	31.6	5	0.7	0	0	0	0	4	5	53.1
2002	5.5	64	52	97.6	1.8	0	0	0	0.5	0.6	0	7.2	97.6
2003	25.3	12.6	19.1	4.2	1.1	1.8	1.2	1	0.3	0.1	0	8	25.3
2004	7.5	48.2	20.8	34.3	2.5	0	1.8	0	1	1.1	0.3	0.6	48.2
2005	0.4	9	41.6	12.5	0.1	0.4	0	0.7	0	1.2	0.8	2	41.6
2006	23.7	42	49.3	2.5	0.2	0.8	0.8	1.2	0.9	0.5	1.2	2.5	49.3

2007	70.2	4.6	15	15	0.7	0.4	0.8	0.8	0.8	0.5	1.8	2.2	70.2
2008	34.4	80.7	29.1	24.5	10.4	1.2	0.2	0.2	0.5	0.6	1.2	0	80.7
2009	48	50.2	23.4	2.2	1.5	0.6	0.2	0.8	0.7	0.3	1.6	1.8	50.2
2010	22	35.6	42.5	65.2	1.8		1.1	0.3	0.5	0.2	0.1	1.6	65.2
2011	24.4	24.8	2.2	49.9	0.3	0.7	0.5	0.1	0.3	0.4	1.2	2.3	49.9
2012	29.3	101.2	45.4	42.5	10.6	7.6	0.4	0.2	0.1	0.5	1.2	1	101.2
2013	6.3	21.8	31	3.5	1.2	0.3	0.6	0.4	0.2	1.2	0.1	1.7	31
2014	17.5	25.4	7.7	1.4	14.2	16.2	7	0.6	0.7	2.5	0.5	13.8	25.4
2015	10.1	54.6	50.6	72.4	34.5	1.6	1.5	0.7	0	3.9	2.7		72.4
2016							0						0
2017	49.6	73.9	58	37.8				0.8	1.3				73.9
Total	90	185	82.4	111.8	72.7	41.4	13.7	5.5	8.8	22.9	53	106	185

Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

Tabla 5. Precipitaciones máximas mensuales estación Rica Playa

Estación RICA PLAYA (000130) - Precipitaciones Máximas Mensual															
Departamento:		TUMBES				Provincia:		TUMBES				Distrito:		SAN JACINTO	
Latitud		: 3°48'48" S				Longitud		: 80°27'27" W				Altitud		: 113 m s. n. m.	
Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PP Max		
1963												0	0.00		
1964	0	10.5	30.1	26	0	0		0	0	0	1	1	30.10		
1965	15	29	60	8.5	47	1.5	1	0	0	0	5	0	60.00		
1966	9	15.5	17	6	0	0	0	0	0	4.5	0	0	17.00		
1967		33	0	16.5	0	0	0	0	0	5	0	1	33.00		
1968	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50		
1969	6	2.5	23.5	17	10	25	0	0	0	0	0	2	25.00		
1970	11	38	5	7	13.5	0	0	0	0	2	0	1.5	38.00		
1971	4.5	44.5	53	3	0	1	0.5	1	0.5	0.5	0	1.5	53.00		
1972	8.5	18	64	21	5.5	8	2.5	4.5	0.5	0	0	4.5	64.00		
1973	76.5	8.5	35.5	0	4	1	2	0	1.5	0	0		76.50		
1974	0	7	4.5	0.5		0	0	0	0	0	0	0	7.00		
1975	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.00		
1976	0	0	20	6	0	0	0	0	0	0	0	0	20.00		
1977	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.00		
1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00		
1979	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0.00		
1980	30.3	0	24	35	10	0	0	0	0		5.8	30.4	35.00		
1981	0	24.6	13.5	19.9	0.8	0.4	0	0	0	0	0	0	24.60		

1982	0	3.6	0	20.9	0.9	0	0	0	0	0.6	0	36.1	36.10
1983	85.4	105	88.2	104.6	94.8	61.4	25.4	0	0.8	0	0	0.8	105.00
1984	0	52	12	0	0	0	0	0	0	0	0	8	52.00
1985	12.4	18	36.4	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	36.40
1986		12.2	0	25.6	0.8	0	0	0	0	0	3.6	1.2	25.60
1987	48.6	22.4	23	16	0	0	2	2.4		0		0	48.60
1988	6.4	11.5	5.2	4.5	0	0	0.5	0.2	0.2	0.2	3	2.4	11.50
1989	12.6	58.4	35.5	14.6	1.2	4.8	0.5	0	0.4	1.9	0	0	58.40
1990	5	9.9	9.6	3.4	0.4	0.9	0.4	0		1	2.6	1.4	9.90
1991	0	20.4	40.2	1.7	9.8		0	0	0	1.3	1.5	10.4	40.20
1992				119.2	78.2	0.9	0.3	0.7	0.3	0.9	2.3	3	119.20
1993	4	44.5	40.7	37.3	13.9	0.3	1.9	0.2	1.4	10	0	0.5	44.50
1994	36.8	51.8	28.3			1.1		0	0	1.4	0	12.4	51.80
1995	14.8	16.5	0	1	14.6	0	1.6	0	0	0.3	2.6	11	16.50
1996	15	6	12	19.6	0	1.1	0	0	0	0.3	0.1	1.9	19.60
1997	6.2	39.8	32.2	37.7	16	17.5	5.8	0.5	24.8	2.1	34.5	120.8	120.80
1998	160.7	160.8	108.6	46.6	43.3	3.9	0.3	0.4	2.5	2.6	0.2	0.6	160.80
1999	3.1	57	24.7	100.4	24.4	0.5	0.3	0.2	0.9	0.2	0	2.5	100.40
2000	1.5	56	49.2	33.2	40	1.3	0.2	0	0	0	0.2	3	56.00
2001	23.5	27.6	75.5	17.8	9.1	0.2	0.2		0.2	0		4.6	75.50
2002	7.4	56.9	60	36.8	0.5	0	0	0.4	0.7	1.2	0.8	4	60.00
2003	17.2	17.5	13.2	3	1.1	2	0.6	0.4	0	0	0.3	19.4	19.40
2004	11.2	51.6	22.4	24.5	3	0	1.7	0	2.5	0.5	0.4	0.5	51.60
2005	2	4	39.8	3.2	0	0.4	0	0.2	0	0.6	0.9	2.7	39.80
2006	22	73.5	53.8	2	0.2	0	0	0	0	0	3.6	2.6	73.50

2007	66.3	3.6	28.6	11.5	0.2	0	0	0.2	0	0	0.5	1	66.30
2008	66.6	139.5	79.6	13	15.4	1.3	0.6	0	0	1.6	0.6	0	139.50
2009	108.4	62.4	55.4	24.2	2	0	0	0.5	0.6		1.8	5.5	108.40
2010	32.6	42.2	76.4	83.7	4	0.6	0.8	0	0	0.4	0.8	1.6	83.70
2011	4	27.4	4.6	48.4	1.2	0.2	3.8	0	0	1.8	1	3.6	48.40
2012	22.5	53.5	69.2	62.5	22.4	3	0	0	0	0	0	0.8	69.20
2013	12.4	23.8	43	12.4	7.6	0.2	0.5	0	0	4	0	0.8	43.00
2014	14.6	22.6	13.2		8.5	9.6	0.5	0	0	0	1.5	6.5	22.60
2015	15.4	33.2	53	94.6	29	7.4	0	0.5	0	3.2	1.8	7	94.60
2016	23.8	128.2	78.8	57.5	0.6	4.2	0	0	0	0.8	0	5.6	128.20
2017	73	73.6	88.2					1.2	0				88.20
Total	160.7	160.8	108.6	119.2	94.8	61.4	25.4	4.5	24.8	10	34.5	120.8	160.8

Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

Tabla 6. Precipitaciones máximas mensuales estación Matapalo

Estación MATAPALO (000103) Precipitaciones Máximas Mensuales													
Departamento: TUMBES				Provincia: ZARUMILLA				Distrito: MATAPALO					
Latitud : 3°40'57.94" S				Longitud : 80°11'54.64" W				Altitud : 62 m s. n. m.					
Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PP MAX
1975											1.5	0.3	1.5
1976					53	7.2	0.4	2.3	1.6	2.4	0.6	10	53
1978							0.8	0.4	2.5	0	0.5	0.4	2.5
1979	10.2	6.3	6.5	22.8	11.5	0	0.6	0.4	0.6	0.6		0	22.8
1980	11	6.1											11
1981	6.7	20.1	85.4	56.5									85.4
1986					10.2	0.3	0.2	10	0	10	4.4	22.3	22.3
1987	49.2	71.8	78	47.7	24.8	0.9	1.5	1.2	0.5	0.5	0.3	4.7	78
1988	42.2						1.1	0	0	0	1	3.5	42.2
1989	34.4	45.6	23.4	10.5	3.7	1.9	3.3	0.8	0.7	0.8	0.6	0.6	45.6
1990	12.8	47.4	8.4	5.5	1.3	2.4	0.6	0.5	0.4	2.6	1.2	5.2	47.4
1991	6.8	28.9	42.9	15	6								42.9
1993					29.4	1.4	3.9	0.8	1.1	6.7	0.8	6.1	29.4
1994	85.1	42.7	21.8	24.6	3	1.9	0.5	0.7	1.3	0.5	1.8	23	85.1
1995	34.3	90.8	11.9	17.6	3.2	0	0.8	1	0.6	3.1	12.2	26.3	90.8
1996	5.9	20.8	10	6.9	0	1	0.5	0.1	0.5	0.5	3.6	0.4	20.8
1997	9.9	18	66.7	44.2	13.2	11.9	14	0	3.4	22.3	51.9	77	77
1998	97.5	188	112.5	34	42.5	5.9	14.3	0.3	0.4	4.4	1.3	6.3	188
1999	15.9	79.3	27.6	77.4	16.5	1.3	0.6	0.6	1.9	0.9	0.7	5.1	79.3

2000	8.6	23.1	64.6	29.9	48.1	1.6	0.4	1.5	0.6	0.3	0.1	8.8	64.6
2001	17.1	34.7	71	36	3.9	0.8	0.7	0.2	0.4	1.3	3.2	8.8	71
2002	38.4	61	52	45.5	2.3	0.2	0.5	0.9	0.6	10.1	0.9	45.2	61
2003	19.2	20.1	8.9	6.1	4	1.7	2	0.7	0.7	0.4	0.9	38.7	38.7
2004	19.3	25.9	64.5	38.5	5	1	1.1	0.4	0.7	1.1	0.7	6.2	64.5
2005	7.5	11.3	22.1	26	0.9	0.5	0.3	0.6	0.5	1.3	1.2	2.7	26
2006	14.1	69.2	55.1	4.1	0.7	2.5	1.1	1.2	0.6	0.3	5	6.8	69.2
2007	93.3	6.1	68.7	10.5	4.5	0.5	1.5	0.7	0.5	0.6	1.1	2.5	93.3
2008	46.1	76.1	40.4	17.5	2.9	4.1	1.1	0.9	0.5	1.2	3.5	0.7	76.1
2009	35.6	36.9	26.5	10.3	9.3	1.1	0.3	0.7	1.1	0.6	2.7	15.6	36.9
2010	53.1	38.9	46.2	107.9	9.3	4.7	1.2	0.5	0.7	2.3	2	4.1	107.9
2011	19.1	70.8	12.3	25.2	1.7	2	2.8	0.5	0.5	1	2.4	3	70.8
2012	45.4	39.2	34.6	43.4	16.7	9.7	2	0.7	0.7	4.3	2.9	3.5	45.4
2013	16.8	46.4	74.8	5.6	1.9	1.1	0.8	0.6	0.3	4.6	0.5	8.6	74.8
2014	30.9	45.1	6.8	5.1	14.4	16.2	2.5	1.3	1.4	3.3	0.8	9.8	45.1
2015	23.3	22.6	88.1	25.9	34.1	1.2	4.8	1	1	2.5	2.8		88.1
2017	59.9	102.9	69.4					0.5	1.3				102.9
Total	97.5	188	112.5	107.9	53	16.2	14.3	10	3.4	22.3	51.9	77	188

Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

Tabla 7. Precipitaciones máximas mensuales estación El Caucho

Estación EL CAUCHO (000128) - Precipitaciones Máximas Mensuales														
Departamento:	TUMBES				Provincia:	TUMBES				Distrito:	PAMPAS DE HOSPITAL			
Latitud	: 3°49'0.12" S				Longitud	: 80°16'0.12" W				Altitud	: 451 m s. n. m.			
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PP Max	
1977						5.9	4	0	0.5	1	1.5	4.8	5.90	
1978	8	12	12.8	1.5			0	0					12.80	
1979									0	7			7.00	
1980		5	8	28	1	5	3	0	0	0			28.00	
1981													28.00	
1982			0		0	0	0						0.00	
1983													0.00	
1984													0.00	
1985													0.00	
1986													0.00	
1987													0.00	
1988													0.00	
1989													0.00	
1990													0.00	
1991													0.00	
1992												9.7	9.70	
1993	9.5	117.2	69	93.4	42.6	8.6	3.1	0.4	1.5	10	0.5	6.2	117.20	
1994	40.4	38.1	25	40.5	9.3	0.7	1.6	0	0	1.2	1	29.7	40.50	
1995	15.7	65.6	21.4	3.9	54.6	0	1.2	0.2	0	0.9	7.5	12.3	65.60	
1996	26.4	23.4	21.7	16.4	0.7	1.2	0.4	0.3	0.6	2.2	0.3		26.40	
Total	40.4	117.2	69	93.4	54.6	8.6	4	0.4	1.5	10	7.5	29.7	117.20	

Fuente: Autoridad Nacional del Agua.

Tabla 8. Precipitaciones máximas mensuales estación La Angostura

Estación LA ANGOSTURA (150105) - Precipitaciones Máximas Mensual

Departamento: TUMBES **Provincia:** TUMBES **Distrito:** PAMPAS DE HOSPITAL
Latitud : 3°46'0.12"S **Longitud :** 80°24'0.00" W **Altitud :** 84 m s. n. m.

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PP Max
1993										11.3	0.4	4	11.3
1994	48.9	13.7	11.5	18.3	1.7	0.9	2	0.4	0.6	0.2	1	8.3	48.9
1995	10	31.9	23.2	2.2	10.9	0	0.9	1	0	0.2	8.4	8.3	31.9
1996	6.9	12.8	8.5	2.8	0	0.5	0.5	0.4	0.6	1.1	0.1		12.8
Total	48.9	31.9	23.2	18.3	10.9	0.9	2	1	0.6	11.3	8.4	8.3	48.9

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Tabla 9. Análisis de saltos

Datos Metereológicos Matapalo			
Parámetro: Máxima Precipitación en 24 Horas			
PERIODO 1		PERIODO 2	
Año	Pmax 24hr	Año	Pmax 24hr
1964	51.86	1995	22.80
1965	32.83	1996	77.00
1966	145.88	1997	188.00
1966	55.52	1998	79.30
1968	36.93	1999	64.60
1967	45.38	2000	71.00
1970	56.70	2001	61.00
1968	25.03	2002	38.70
1972	194.23	2003	64.50
1969	32.07	2004	26.00
1974	18.49	2005	69.20
1970	18.08	2006	93.30
1976	22.92	2007	76.10
1971	14.70	2008	36.90
1978	18.82	2009	107.90
1972	35.94	2010	70.80
1980	85.40	2011	45.40
1981	33.87	2012	74.80
1982	84.07	2013	45.10
1983	53.78	2014	88.10
1984	46.73	2015	70.10
1985	22.30	2016	102.90
1986	78.00	Promedio	71.52
1987	42.20	S	34.55
1988	45.60	VAR	1193.57
1989	47.40	n2	22
1990	42.90		
1991	90.71		
1992	49.26		
1993	85.10		
1994	90.80		
Promedio	54.95		
S	38.665		
VAR	1495		
n1	31		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Variable 1</i>
Media	71.52
Varianza	1193.57
Observaciones	22
Varianza agrupada	1370.86
Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	51
Estadístico t	1.6055
P(T<=t) una cola	0.0573
Valor crítico de t (una cola)	2.0076
P(T<=t) dos colas	0.1145
Valor crítico de t (dos colas)	2.3095

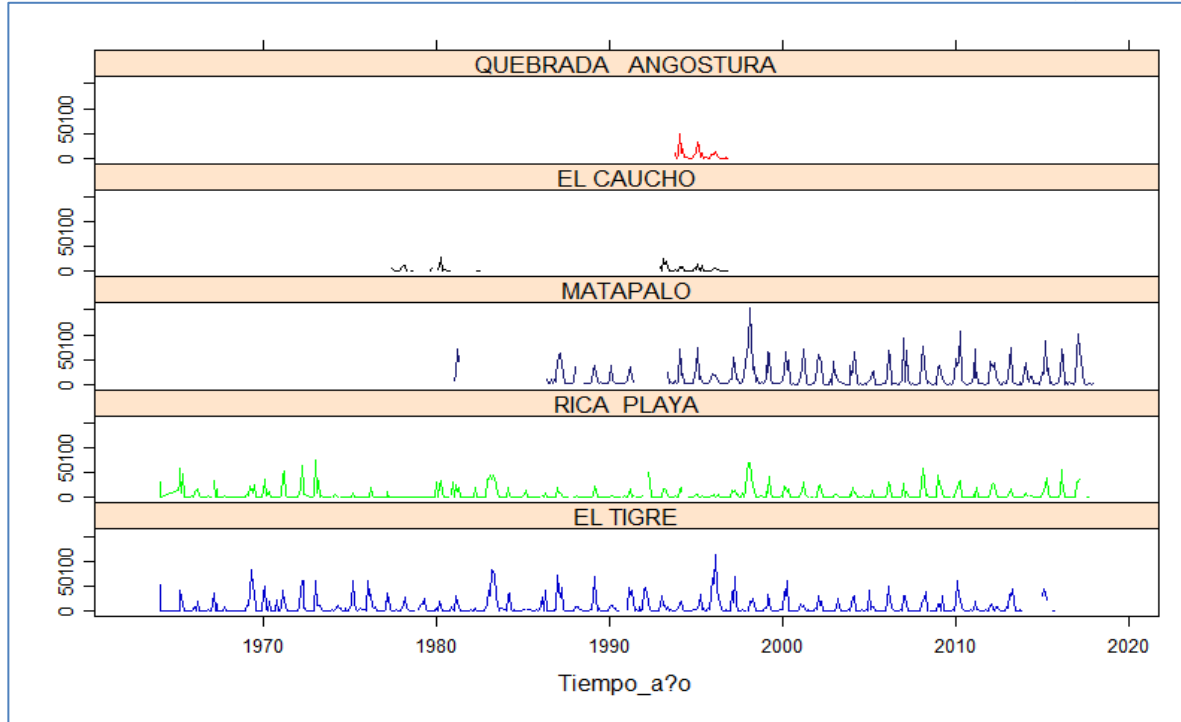
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>Variable 1</i>
Media	54.95
Varianza	1494.96
Observaciones	31
Grados de libertad	30
F	1.2525
P(F<=f) una cola	0.2994
Valor crítico para F (una cola)	2.3082

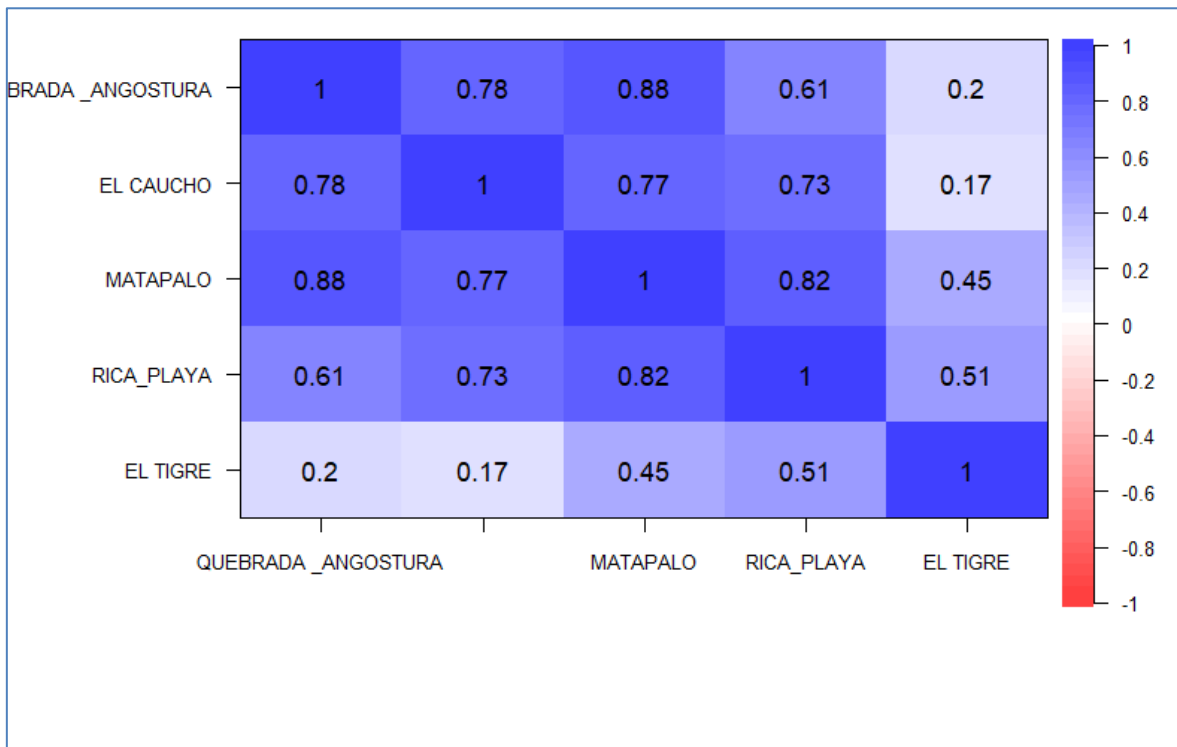
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Datos de precipitaciones existente en las estaciones meteorológicas



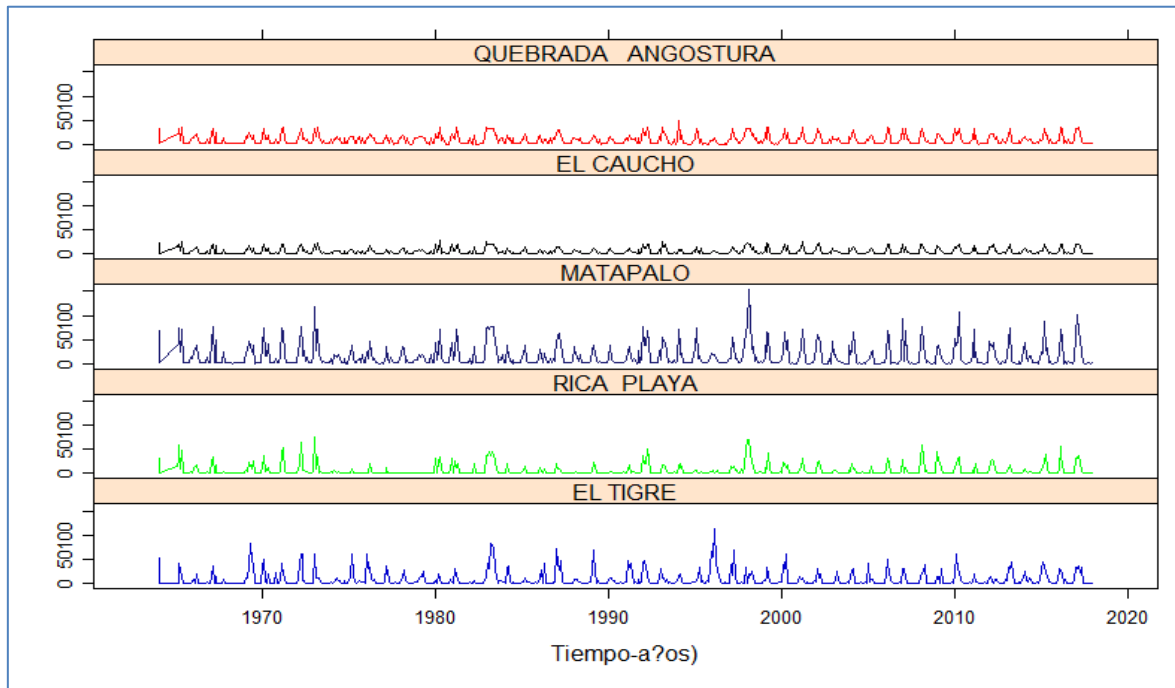
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Matriz de correlación entre estaciones



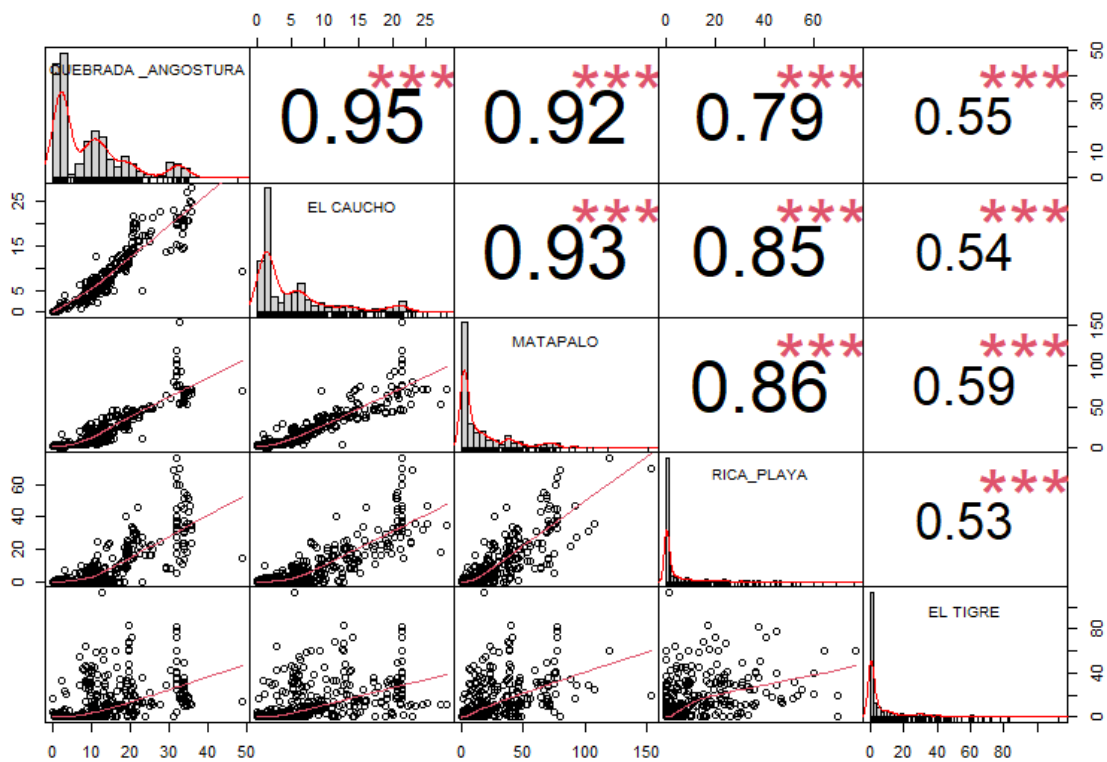
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Datos de precipitaciones completadas en las estaciones meteorológicas



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6. Correlación de datos completados entre estaciones meteorológicas



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Data de precipitación completa de estación Matapalo

PRECIPITACIONES MAXIMA MENSUALES ESTACION MATAPALO													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	PP MAX -24hr
1964	13.54	10.76	34.79	24.45	1.56	1.56	3.87	1.56	1.56	6.03	4.00	4.00	34.79
1965	17.04	34.69	51.86	19.11	50.62	2.15	4.00	1.56	1.56	1.56	11.14	7.84	51.86
1966	23.41	12.54	22.16	11.84	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	11.02	1.24	1.56	23.41
1967	23.32	25.09	1.56	21.95	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	12.15	1.56	4.00	25.09
1969	13.26	11.98	13.50	21.34	12.89	12.35	1.09	1.56	1.56	1.56	1.56	1.63	21.34
1970	13.45	50.67	10.63	10.78	27.31	1.56	1.56	1.56	1.56	13.82	1.56	2.48	50.67
1971	7.74	32.26	53.18	12.56	1.56	4.00	2.24	4.00	2.24	2.24	1.56	2.48	53.18
1972	11.52	14.14	82.09	11.56	11.06	11.59	3.84	9.88	2.24	1.56	1.56	9.88	82.09
1973	82.76	15.03	35.18	18.37	10.32	4.00	4.07	1.56	2.48	1.56	1.56	10.72	82.76
1974	1.09	10.73	10.46	12.49	10.69	5.81	1.56	1.56	0.38	9.07	0.77	1.14	12.49
1975	5.59	18.49	9.19	14.71	0.92	0.38	4.64	5.06	1.06	13.20	0.92	1.56	18.49
1976	13.38	14.65	18.08	13.21	4.92	7.46	1.56	1.24	0.77	1.09	1.56	1.09	18.08
1977	4.81	13.98	22.92	16.49	1.06	4.45	2.13	1.19	0.76	1.07	0.61	2.32	22.92
1978	7.46	13.47	14.70	1.46	4.64	1.56	1.19	1.19	0.64	6.03	6.03	4.83	14.70
1979	18.43	18.59	18.32	18.82	7.74	1.56	3.61	1.56	1.19	5.42	1.56	1.56	18.82
1980	35.70	2.23	10.70	27.58	3.93	2.11	1.47	1.19	1.19	1.29	27.52	35.94	35.94
1981	6.70	20.10	85.40	56.50	3.81	3.76	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	4.28	85.40
1982	1.09	5.45	1.19	31.02	2.30	1.19	1.19	1.56	1.56	1.11	4.00	33.87	33.87
1983	80.17	80.22	80.26	81.27	84.07	51.83	23.92	1.56	3.79	4.00	13.20	1.81	84.07
1984	1.56	53.78	17.41	5.01	0.64	7.82	1.09	1.56	1.56	1.56	1.56	10.99	53.78
1985	18.50	27.64	46.73	4.83	1.07	1.06	1.56	1.56	1.56	3.97	1.56	7.82	46.73
1986	14.91	22.05	1.56	12.77	10.20	0.30	0.20	10.00	0.00	10.00	4.40	22.30	22.30
1987	49.20	71.80	78.00	47.70	24.80	0.90	1.50	1.20	0.50	0.50	0.30	4.70	78.00
1988	42.20	18.33	10.30	11.13	13.20	1.56	1.10	0.00	0.00	0.00	1.00	3.50	42.20
1989	34.40	45.60	23.40	10.50	3.70	1.90	3.30	0.80	0.70	0.80	0.60	0.60	45.60
1990	12.80	47.40	8.40	5.50	1.30	2.40	0.60	0.50	0.40	2.60	1.20	5.20	47.40
1991	6.80	28.90	42.90	15.00	6.00	3.87	7.74	0.50	1.24	11.84	2.48	9.94	42.90
1992	31.53	41.80	35.30	90.71	51.58	0.73	1.25	1.20	3.30	1.40	1.84	10.76	90.71
1993	11.47	49.26	46.21	48.77	29.40	1.40	3.90	0.80	1.10	6.70	0.80	6.10	49.26
1994	85.10	42.70	21.80	24.60	3.00	1.90	0.50	0.70	1.30	0.50	1.80	23.00	85.10
1995	34.30	90.80	11.90	17.60	3.20	0.00	0.80	1.00	0.60	3.10	12.20	26.30	90.80
1996	22.80	20.80	10.00	6.90	0.00	1.00	0.50	0.60	0.70	2.10	1.40	4.90	22.80
1997	9.90	11.00	66.70	44.20	13.20	11.90	2.80	0.00	3.40	22.30	51.90	77.00	77.00
1998	97.50	188.00	112.50	34.00	42.50	5.90	14.30	0.30	0.40	4.40	1.30	6.30	188.00
1999	15.90	79.30	27.60	77.40	16.50	1.30	0.60	0.60	1.90	0.90	0.70	5.10	79.30
2000	8.60	23.10	64.60	29.90	48.10	1.60	0.40	1.50	0.60	0.30	0.10	8.80	64.60
2001	17.10	34.70	71.00	36.00	3.90	0.80	0.70	0.20	0.40	1.30	3.20	8.80	71.00
2002	38.40	61.00	52.00	45.50	2.30	0.20	0.50	0.90	0.60	10.10	0.90	45.20	61.00

2003	19.20	20.10	8.90	6.10	4.00	1.70	2.00	0.70	0.70	0.40	0.90	38.70	38.70
2004	19.30	25.90	64.50	38.50	5.00	1.00	1.10	0.40	0.70	1.10	0.70	6.20	64.50
2005	7.50	11.30	22.10	26.00	0.90	0.50	0.30	0.60	0.50	1.30	1.20	2.70	26.00
2006	14.10	69.20	55.10	4.10	0.70	2.50	1.10	1.20	0.60	0.30	5.00	6.80	69.20
2007	93.30	6.10	68.70	10.50	4.50	0.50	1.50	0.70	0.50	0.60	1.10	2.50	93.30
2008	46.10	76.10	40.40	17.50	2.90	4.10	1.10	0.90	0.50	1.20	3.50	0.70	76.10
2009	35.60	36.90	26.50	10.30	9.30	1.10	0.30	0.70	1.10	0.60	2.70	15.60	36.90
2010	53.10	38.90	46.20	107.90	9.30	4.70	1.20	0.50	0.70	2.30	2.00	4.10	107.90
2011	19.10	70.80	12.30	25.20	1.70	2.00	2.80	1.30	0.50	1.00	2.40	3.00	70.80
2012	45.40	39.20	34.60	43.40	16.70	9.70	2.00	0.70	0.70	4.30	2.90	3.50	45.40
2013	16.80	46.40	74.80	5.60	1.90	1.10	0.80	0.60	0.30	4.60	0.50	8.60	74.80
2014	30.90	45.10	15.70	5.10	17.30	16.20	2.50	1.30	1.40	3.30	0.80	9.80	45.10
2015	23.30	22.60	88.10	25.90	34.10	1.20	4.80	1.00	1.00	2.50	2.80	4.10	88.10
2016	25.40	66.50	70.10	53.90	0.20	6.30	0.30	4.60	1.20	1.70	0.00	8.10	70.10
2017	59.90	102.90	69.40	50.20	24.00	1.10	1.00	0.50	1.30	1.40	0.70	3.30	102.90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Análisis de datos dudosos

Precipitación máxima 24 horas		
N°	PP24hr	Log(P24hr)
1	34.79	1.54
2	51.86	1.71
3	23.41	1.37
4	25.09	1.40
5	21.34	1.33
6	50.67	1.70
7	53.18	1.73
8	82.09	1.91
9	82.76	1.92
10	12.49	1.10
11	18.49	1.27
12	18.08	1.26
13	22.92	1.36
14	14.70	1.17
15	18.82	1.27
16	35.94	1.56
17	85.40	1.93
18	33.87	1.53
19	84.07	1.92
20	53.78	1.73
21	46.73	1.67
22	22.30	1.35
23	78.00	1.89
24	42.20	1.63
25	45.60	1.66
26	47.40	1.68
27	42.90	1.63
28	90.71	1.96
29	49.26	1.69
30	85.10	1.93
31	90.80	1.96
32	22.80	1.36
33	77.00	1.89
34	188.00	2.27
35	79.30	1.90
36	64.60	1.81

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Parámetros estadísticos

Parámetros estadísticos	PP24hr	Log(P24hr)
Número de datos (N)	36	36
Sumatoria	1896.45	58.98
Valor Máximo	188.00	2.27
Valor Mínimo	12.49	1.10
Media	52.68	1.64
Varianza	1180.96	0.08
Desviación Estandar	34.37	0.28
Coeficiente de Variación	0.65	0.17
Coeficiente de Sesgo	1.77	-0.08

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Umbral de datos dudosos altos

Umbral de datos dudosos altos (xH:unidad. Logarítmicas)

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$$

xH=

2.3709969

Precipitación máxima
aceptada

$$PH = 10^{x_H}$$

PH=

234.961603

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Umbral de datos dudosos bajos

Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logarítmica)

$$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$$

xL=

0.90570966

Precipitación mínima
aceptada

$$PL = 10^{x_L}$$

PL=

8.04840198

NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA

Fuente: Elaboración propia.

2. Calcular el periodo de retorno

Se debe de tener presente los parámetros que se describen en las siguientes tablas:

Tabla 17. Valores de período de retorno T (Años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

Fuente: Ministerio de trasponte y comunicaciones.

Tabla 18. Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Ministerio de trasponte y comunicaciones.

Gráfico 7. Datos de vida útil de estructuras.

(*) – Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
 - Se recomienda en un período de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) – **Vida útil considerado (n)**

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.
- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.

- El propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones.

La fórmula para calcular el periodo de retorno es:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Despejamos:

$$Tr = \frac{1}{1 - \sqrt[n]{1 - R}}$$

Dónde:

R Riesgo Admisible elegido (Tabla)

n Vida útil de las obras

Tr Periodo de retorno Calculado

n= 40 años

R= 0.25

Tr 140 años

El período de retorno calculado es de 140 años.

3. Calcular las distribuciones probabilísticas

Tabla 19. Distribuciones hidrológicas

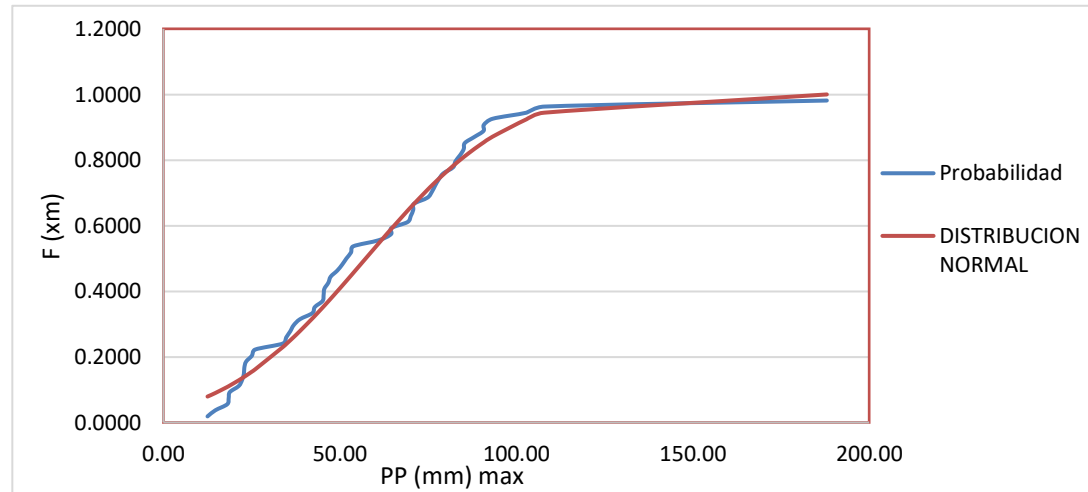
PP Max 24 Hr	Probabilidad	Distribución normal	Distribución log. normal 2 parámetros	Distribución log. normal 3 parámetros	Distribución gamma 2 parámetros	Distribución gamma 3 parámetros o distribución Pearson tipo 3	Distribución log. Pearson tipo 3	Distribución Gumbel	Distribución log. Gumbel
PP=X(mm)	P(X)=m/n+1	F(Z)	F(x)	F(Z)	F(x)	F(x)	F(x)	F(x)	F(x)
12.49	0.0185	0.0790	0.0107	0.0138	0.0215	0.0071	No se Ajusta	0.0322	0.0000
14.70	0.0370	0.0897	0.0213	0.0247	0.0336	0.0175		0.0432	0.0005
18.08	0.0556	0.1082	0.0466	0.0492	0.0580	0.0423		0.0645	0.0079
18.49	0.0741	0.1106	0.0504	0.0528	0.0614	0.0460		0.0675	0.0100
18.82	0.0926	0.1126	0.0536	0.0558	0.0642	0.0490		0.0700	0.0119
21.34	0.1111	0.1285	0.0808	0.0816	0.0878	0.0749		0.0905	0.0341
22.30	0.1296	0.1350	0.0925	0.0926	0.0976	0.0859		0.0992	0.0463
22.80	0.1481	0.1384	0.0989	0.0985	0.1029	0.0918		0.1038	0.0534
22.92	0.1667	0.1393	0.1004	0.1000	0.1042	0.0933		0.1050	0.0552
23.41	0.1852	0.1427	0.1068	0.1061	0.1095	0.0993		0.1097	0.0629
25.09	0.2037	0.1550	0.1299	0.1279	0.1287	0.1207		0.1268	0.0924
26.00	0.2222	0.1619	0.1431	0.1403	0.1395	0.1329		0.1367	0.1102
33.87	0.2407	0.2300	0.2673	0.2595	0.2441	0.2483		0.2350	0.2879
34.79	0.2593	0.2389	0.2824	0.2742	0.2572	0.2625		0.2477	0.3088
35.94	0.2778	0.2503	0.3012	0.2926	0.2737	0.2803		0.2639	0.3345
36.90	0.2963	0.2600	0.3169	0.3079	0.2876	0.2952		0.2777	0.3554
38.70	0.3148	0.2787	0.3460	0.3366	0.3138	0.3231		0.3038	0.3932

42.20	0.3333	0.3169	0.4012	0.3915	0.3650	0.3768	0.3554	0.4612
42.90	0.3519	0.3248	0.4119	0.4023	0.3752	0.3874	0.3658	0.4738
45.10	0.3704	0.3501	0.4450	0.4355	0.4071	0.4203	0.3985	0.5115
45.40	0.3889	0.3536	0.4494	0.4400	0.4114	0.4247	0.4029	0.5164
45.60	0.4074	0.3560	0.4524	0.4429	0.4143	0.4276	0.4059	0.5196
46.73	0.4259	0.3693	0.4688	0.4595	0.4304	0.4441	0.4226	0.5375
47.40	0.4444	0.3773	0.4783	0.4691	0.4399	0.4538	0.4324	0.5477
49.26	0.4630	0.3997	0.5042	0.4954	0.4660	0.4802	0.4594	0.5746
50.67	0.4815	0.4170	0.5231	0.5147	0.4854	0.4997	0.4797	0.5938
51.86	0.5000	0.4317	0.5387	0.5306	0.5015	0.5158	0.4965	0.6091
53.18	0.5185	0.4481	0.5555	0.5478	0.5192	0.5334	0.5149	0.6253
53.78	0.5370	0.4555	0.5629	0.5555	0.5271	0.5412	0.5231	0.6324
61.00	0.5556	0.5461	0.6446	0.6397	0.6163	0.6287	0.6163	0.7054
64.50	0.5741	0.5894	0.6790	0.6753	0.6553	0.6665	0.6569	0.7339
64.60	0.5926	0.5906	0.6799	0.6763	0.6564	0.6675	0.6580	0.7347
69.20	0.6111	0.6458	0.7202	0.7182	0.7032	0.7124	0.7064	0.7667
70.10	0.6296	0.6563	0.7275	0.7257	0.7118	0.7206	0.7152	0.7723
70.80	0.6481	0.6644	0.7330	0.7315	0.7184	0.7268	0.7219	0.7765
71.00	0.6667	0.6667	0.7345	0.7331	0.7202	0.7286	0.7238	0.7777
74.80	0.6852	0.7090	0.7625	0.7623	0.7536	0.7603	0.7579	0.7989
76.10	0.7037	0.7228	0.7714	0.7715	0.7642	0.7704	0.7687	0.8054
77.00	0.7222	0.7323	0.7774	0.7777	0.7714	0.7772	0.7760	0.8098
78.00	0.7407	0.7425	0.7838	0.7844	0.7792	0.7846	0.7838	0.8145
79.30	0.7593	0.7556	0.7919	0.7928	0.7889	0.7938	0.7936	0.8204
82.09	0.7778	0.7823	0.8082	0.8098	0.8087	0.8125	0.8134	0.8322

82.76	0.7963	0.7885	0.8119	0.8137	0.8132	0.8167	0.8179	0.8349
84.07	0.8148	0.8002	0.8190	0.8210	0.8217	0.8248	0.8265	0.8399
85.10	0.8333	0.8092	0.8243	0.8266	0.8282	0.8309	0.8329	0.8437
85.40	0.8519	0.8117	0.8258	0.8282	0.8301	0.8327	0.8347	0.8448
88.10	0.8704	0.8338	0.8390	0.8418	0.8460	0.8477	0.8505	0.8541
90.71	0.8889	0.8535	0.8507	0.8539	0.8601	0.8611	0.8644	0.8624
90.80	0.9074	0.8541	0.8511	0.8543	0.8606	0.8616	0.8648	0.8627
93.30	0.9259	0.8714	0.8615	0.8651	0.8730	0.8733	0.8770	0.8700
102.90	0.9444	0.9244	0.8947	0.8992	0.9122	0.9106	0.9148	0.8934
107.90	0.9630	0.9444	0.9086	0.9133	0.9279	0.9257	0.9298	0.9033
188.00	0.9815	1.0000	0.9883	0.9908	0.9979	0.9970	0.9971	0.9698

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8. Función de distribución probabilístico



Fuente: Elaboración propia.

4. Cálculo de Prueba de Bondad de ajuste

Tabla 20. Prueba de bondad de ajuste Smirnov-Kolmogorov

Δ Tabular	Δ Teórico de las distribuciones							
	Distribución normal	Distribución log. normal 2 parámetros	Distribución log. normal 3 parámetros	Distribución gamma 2 parámetros	Distribución gamma 3 parámetros O distribución Pearson tipo 3	Distribución log. Pearson tipo 3	Distribución Gumbel	Distribución log. Gumbel
0.1868	0.0815	0.1091	0.1070	0.0921	0.1013	No se ajusta	0.0953	0.1598
MIN Δ	0.0815							
	Distribución normal							

Fuente: Elaboración propia.

5. Cálculo de precipitaciones máximas con diferentes periodos de retorno

Para realizar el cálculo de la PP máxima corregida en la tabla 21, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{PP máx. corregida} = \text{PP/R}$$

Para nuestro caso se escogió 1.04 y el número de intervalos de observación de observación es de 2, según tabla 20.

Tabla 21. *Relación entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos fijos*

Numero de Intervalos de Observación	Relación
1	1.13
2	1.04
3-4	1.03
5-8	1.02
9-24	1.01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. *Prueba de Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno para una Distribución Normal*

T (años)	Probabilidad de Excedencia $P = F(Z)$	Probabilidad de no Excedencia $1 - F(Z)$	PP	PP Max. 24 hr Corregida
2	0.500	0.500	57.33	59.62
5	0.200	0.800	84.05	87.41
10	0.100	0.900	98.01	101.94
25	0.040	0.960	112.91	117.43
50	0.020	0.980	122.53	127.43
100	0.010	0.990	131.19	136.43
140	0.007	0.993	135.11	140.52
200	0.005	0.995	139.11	144.67
500	0.002	0.998	148.71	154.66
1000	0.001	0.999	155.44	161.66

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo de la lluvia máxima para una duración de 24 horas en la tabla 22, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

P_d : precipitación total (mm)

d: duración en minutos

P_{24h} : precipitación máxima en 24 horas (mm)

Tabla 23. Lluvia máxima para una duración de 24 horas máximas

P. Retorno (años)	Pp. máx. 24 horas	Duración en minutos (d)						
		20	40	60	80	100	120	140
2	59.62	20.47	24.34	26.94	28.94	30.60	32.03	33.29
5	87.41	30.01	35.68	39.49	42.44	44.87	46.96	48.81
10	101.94	34.99	41.61	46.05	49.49	52.33	54.77	56.92
25	117.43	40.31	47.94	53.05	57.01	60.28	63.09	65.57
50	127.43	43.75	52.02	57.57	61.87	65.42	68.47	71.16
100	136.43	46.84	55.70	61.64	66.24	70.04	73.30	76.18
140	140.52	48.24	57.37	63.49	68.22	72.13	75.50	78.46
200	144.67	49.67	59.06	65.36	70.24	74.27	77.73	80.78

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular intensidades máximas en la tabla 24, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$I = 60 * \frac{P_d}{d \text{ min}}$$

Tabla 24. Intensidades máximas en mm/hr

INTENSIDADES MAXIMAS EN mm/hr							
P. Retorno (años)	Duración en minutos						
	20	40	60	80	100	120	140
2	61.40	36.51	26.94	21.71	18.36	16.02	14.27
5	90.02	53.53	39.49	31.83	26.92	23.48	20.92
10	104.98	62.42	46.05	37.12	31.40	27.38	24.39
25	120.94	71.91	53.05	42.76	36.17	31.55	28.10
50	131.24	78.04	57.57	46.40	39.25	34.23	30.50
100	140.51	83.55	61.64	49.68	42.02	36.65	32.65
140	144.72	86.05	63.49	51.17	43.28	37.75	33.63
200	149.00	88.59	65.36	52.68	44.56	38.87	34.62

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Cálculo de Intensidades

D(min)	P. RETORNO	INTENSIDAD	X2=Log(D)	X1=Log(P.R)	Y=Log(INT)	X1^2	X2^2	X1*X2	X1*Y	X2*Y
20	2	61.40	1.30	0.30	1.79	0.09	1.69	0.39	0.54	2.33
40	2	36.51	1.60	0.30	1.56	0.09	2.57	0.48	0.47	2.50
60	2	26.94	1.78	0.30	1.43	0.09	3.16	0.54	0.43	2.54
80	2	21.71	1.90	0.30	1.34	0.09	3.62	0.57	0.40	2.54
100	2	18.36	2.00	0.30	1.26	0.09	4.00	0.60	0.38	2.53
120	2	16.02	2.08	0.30	1.20	0.09	4.32	0.63	0.36	2.50
140	2	14.27	2.15	0.30	1.15	0.09	4.61	0.65	0.35	2.48
20	5	90.02	1.30	0.70	1.95	0.49	1.69	0.91	1.37	2.54
40	5	53.53	1.60	0.70	1.73	0.49	2.57	1.12	1.21	2.77
60	5	39.49	1.78	0.70	1.60	0.49	3.16	1.24	1.12	2.84
80	5	31.83	1.90	0.70	1.50	0.49	3.62	1.33	1.05	2.86
100	5	26.92	2.00	0.70	1.43	0.49	4.00	1.40	1.00	2.86
120	5	23.48	2.08	0.70	1.37	0.49	4.32	1.45	0.96	2.85
140	5	20.92	2.15	0.70	1.32	0.49	4.61	1.50	0.92	2.83
20	10	104.98	1.30	1.00	2.02	1.00	1.69	1.30	2.02	2.63
40	10	62.42	1.60	1.00	1.80	1.00	2.57	1.60	1.80	2.88
60	10	46.05	1.78	1.00	1.66	1.00	3.16	1.78	1.66	2.96
80	10	37.12	1.90	1.00	1.57	1.00	3.62	1.90	1.57	2.99
100	10	31.40	2.00	1.00	1.50	1.00	4.00	2.00	1.50	2.99
120	10	27.38	2.08	1.00	1.44	1.00	4.32	2.08	1.44	2.99
140	10	24.39	2.15	1.00	1.39	1.00	4.61	2.15	1.39	2.98
20	25	120.94	1.30	1.40	2.08	1.95	1.69	1.82	2.91	2.71
40	25	71.91	1.60	1.40	1.86	1.95	2.57	2.24	2.60	2.97
60	25	53.05	1.78	1.40	1.72	1.95	3.16	2.49	2.41	3.07

80	25	42.76	1.90	1.40	1.63	1.95	3.62	2.66	2.28	3.10
100	25	36.17	2.00	1.40	1.56	1.95	4.00	2.80	2.18	3.12
120	25	31.55	2.08	1.40	1.50	1.95	4.32	2.91	2.10	3.12
140	25	28.10	2.15	1.40	1.45	1.95	4.61	3.00	2.03	3.11
20	50	131.24	1.30	1.70	2.12	2.89	1.69	2.21	3.60	2.76
40	50	78.04	1.60	1.70	1.89	2.89	2.57	2.72	3.21	3.03
60	50	57.57	1.78	1.70	1.76	2.89	3.16	3.02	2.99	3.13
80	50	46.40	1.90	1.70	1.67	2.89	3.62	3.23	2.83	3.17
100	50	39.25	2.00	1.70	1.59	2.89	4.00	3.40	2.71	3.19
120	50	34.23	2.08	1.70	1.53	2.89	4.32	3.53	2.61	3.19
140	50	30.50	2.15	1.70	1.48	2.89	4.61	3.65	2.52	3.19
20	100	140.51	1.30	2.00	2.15	4.00	1.69	2.60	4.30	2.79
40	100	83.55	1.60	2.00	1.92	4.00	2.57	3.20	3.84	3.08
60	100	61.64	1.78	2.00	1.79	4.00	3.16	3.56	3.58	3.18
80	100	49.68	1.90	2.00	1.70	4.00	3.62	3.81	3.39	3.23
100	100	42.02	2.00	2.00	1.62	4.00	4.00	4.00	3.25	3.25
120	100	36.65	2.08	2.00	1.56	4.00	4.32	4.16	3.13	3.25
140	100	32.65	2.15	2.00	1.51	4.00	4.61	4.29	3.03	3.25
20	140	144.72	1.30	2.15	2.16	4.61	1.69	2.79	4.64	2.81
40	140	86.05	1.60	2.15	1.93	4.61	2.57	3.44	4.15	3.10
60	140	63.49	1.78	2.15	1.80	4.61	3.16	3.82	3.87	3.21
80	140	51.17	1.90	2.15	1.71	4.61	3.62	4.08	3.67	3.25
100	140	43.28	2.00	2.15	1.64	4.61	4.00	4.29	3.51	3.27
120	140	37.75	2.08	2.15	1.58	4.61	4.32	4.46	3.38	3.28
140	140	33.63	2.15	2.15	1.53	4.61	4.61	4.61	3.28	3.28
20	200	149.00	1.30	2.30	2.17	5.29	1.69	2.99	5.00	2.83
40	200	88.59	1.60	2.30	1.95	5.29	2.57	3.69	4.48	3.12

60	200	65.36	1.78	2.30	1.82	5.29	3.16	4.09	4.18	3.23
80	200	52.68	1.90	2.30	1.72	5.29	3.62	4.38	3.96	3.28
100	200	44.56	2.00	2.30	1.65	5.29	4.00	4.60	3.79	3.30
120	200	38.87	2.08	2.30	1.59	5.29	4.32	4.78	3.66	3.30
140	200	34.62	2.15	2.30	1.54	5.29	4.61	4.94	3.54	3.30
D(min)	P. RETORNO	INTENSIDAD	X2=Log(D)	X1=Log(P.R)	Y=Log(INT)	X1^2	X2^2	X1*X2	X1*Y	X2*Y
n	56		102.48	80.81	92.91	142.24	191.77	147.88	138.52	166.83

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular intensidades en la tabla 23, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$I = K \frac{T^a}{t^b}$$

$$I = 603.38 \frac{T^{0.17}}{t^{0.75}}$$

Se determinó los siguientes valores:

k= 603.38

a= 0.17

b= 0.75

Tabla 26. Métodos de bloques alternos

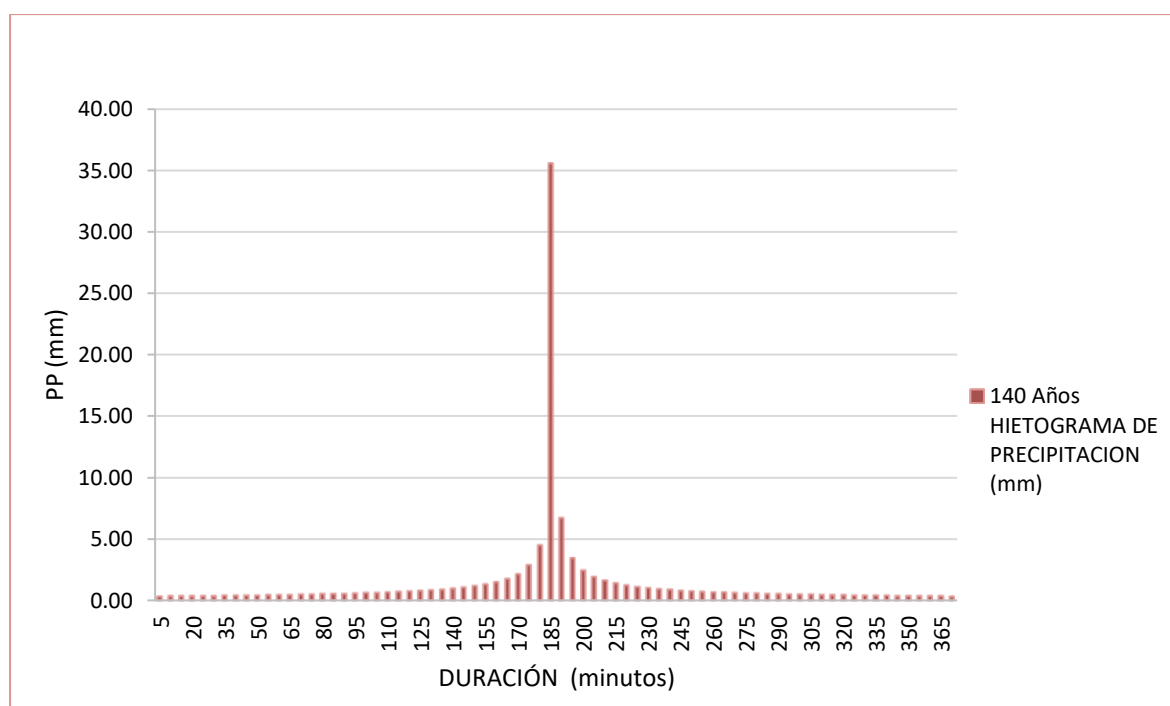
Método De Bloques Alternos			Período de retorno (T)			140 Años
Duración (minutos)	Intensidad (mm/h)	Profundidad acumulada (mm) $PA = (D * I) / 60$	Profundidad incremental (mm)	Tiempo(minutos)		Hietograma de precipitación (mm)
5	426.09	35.51	35.51	0	5	0.36
10	253.35	42.23	6.72	5	10	0.36
15	186.92	46.73	4.50	10	15	0.37
20	150.65	50.22	3.48	15	20	0.38
25	127.43	53.10	2.88	20	25	0.39
30	111.14	55.57	2.48	25	30	0.40
35	99.01	57.76	2.18	30	35	0.41
40	89.57	59.72	1.96	35	40	0.42
45	82.00	61.50	1.78	40	45	0.43
50	75.77	63.14	1.64	45	50	0.44
55	70.54	64.66	1.52	50	55	0.46
60	66.09	66.09	1.42	55	60	0.47
65	62.24	67.42	1.34	60	65	0.48
70	58.87	68.68	1.26	65	70	0.50
75	55.90	69.88	1.19	70	75	0.52
80	53.26	71.01	1.14	75	80	0.53
85	50.89	72.10	1.08	80	85	0.55
90	48.76	73.14	1.04	85	90	0.57
95	46.82	74.13	1.00	90	95	0.60
100	45.05	75.09	0.96	95	100	0.62
105	43.43	76.01	0.92	100	105	0.65
110	41.95	76.90	0.89	105	110	0.68

115	40.57	77.76	0.86	110	115	0.72
120	39.30	78.59	0.83	115	120	0.76
125	38.11	79.40	0.81	120	125	0.81
130	37.01	80.18	0.78	125	130	0.86
135	35.97	80.94	0.76	130	135	0.92
140	35.01	81.68	0.74	135	140	1.00
145	34.10	82.40	0.72	140	145	1.08
150	33.24	83.10	0.70	145	150	1.19
155	32.43	83.78	0.68	150	155	1.34
160	31.67	84.45	0.67	155	160	1.52
165	30.95	85.10	0.65	160	165	1.78
170	30.26	85.74	0.64	165	170	2.18
175	29.61	86.36	0.62	170	175	2.88
180	28.99	86.97	0.61	175	180	4.50
185	28.40	87.57	0.60	180	185	35.51
190	27.84	88.16	0.59	185	190	6.72
195	27.30	88.73	0.57	190	195	3.48
200	26.79	89.30	0.56	195	200	2.48
205	26.30	89.85	0.55	200	205	1.96
210	25.83	90.39	0.54	205	210	1.64
215	25.37	90.93	0.53	210	215	1.42
220	24.94	91.45	0.52	215	220	1.26
225	24.52	91.96	0.52	220	225	1.14
230	24.12	92.47	0.51	225	230	1.04
235	23.74	92.97	0.50	230	235	0.96
240	23.37	93.46	0.49	235	240	0.89
245	23.01	93.94	0.48	240	245	0.83

250	22.66	94.42	0.48	245	250	0.78
255	22.33	94.89	0.47	250	255	0.74
260	22.00	95.35	0.46	255	260	0.70
265	21.69	95.80	0.46	260	265	0.67
270	21.39	96.25	0.45	265	270	0.64
275	21.10	96.70	0.44	270	275	0.61
280	20.81	97.13	0.44	275	280	0.59
285	20.54	97.56	0.43	280	285	0.56
290	20.27	97.99	0.43	285	290	0.54
295	20.02	98.41	0.42	290	295	0.52
300	19.76	98.82	0.41	295	300	0.51
305	19.52	99.23	0.41	300	305	0.49
310	19.28	99.64	0.40	305	310	0.48
315	19.05	100.04	0.40	310	315	0.46
320	18.83	100.43	0.39	315	320	0.45
325	18.61	100.82	0.39	320	325	0.44
330	18.40	101.21	0.39	325	330	0.43
335	18.19	101.59	0.38	330	335	0.41
340	17.99	101.96	0.38	335	340	0.40
345	17.80	102.34	0.37	340	345	0.39
350	17.61	102.71	0.37	345	350	0.39
355	17.42	103.07	0.36	350	355	0.38
360	17.24	103.43	0.36	355	360	0.37
365	17.06	103.79	0.36	360	365	0.36
370	16.89	104.14	0.35	365	370	0.35

Elaboración: Fuente propia.

Gráfico 9. Hietograma de diseño (mm)



Fuente: Elaboración propia.

6. Cálculo de tiempo de concentración de la Sub Cuenca quebrada Cabuyal

Para realizar el cálculo del tiempo de concentración se debe de tener en cuenta los datos de la tabla 27.

Tabla 27. Datos de la Subcuenca quebrada Cabuyal

Quebrada Aportante	Longitud del curso principal (m)	Cota máxima (m.s.n.m.)	Cota mínima (m.s.n.m.)	Desnivel máximo (m)	Pendiente (m/m)	Pendiente (%)	Área (km ²)
Quebrada Cabuyal	38019.18	929.00	28.00	901.00	0.02	2.37	187.19

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el tiempo de concentración se realizó mediante las siguientes fórmulas:

Fórmula de KIRPICH

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

t_c : tiempo de concentración, en min.

L: máxima longitud del recorrido, en m.

H: diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce, en m.

Fórmula de Témez

$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{S_0^{0.25}} \right)^{0.75}$$

Dónde:

t_c : tiempo de concentración, en horas.

L: longitud del cauce principal, en Km.

S_0 : diferencia de cotas entre los puntos extremos del cauce L en %.

Fórmula de Ven Te Chow

$$t_c = 0.005 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.64}$$

Dónde:

t_c : tiempo de concentración, en horas.

L: longitud del cauce principal, en m.

S: pendiente del cauce principal, en %.

Fórmula de Hathaway

$$T_c = \frac{0.606(L * n)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Dónde:

T_c : tiempo de concentración (horas).

L: longitud del cauce principal (Km).

n: factor de rugosidad

S: pendiente (m/m)

Tabla 28. Los valores de “n” se determina según la siguiente tabla:

Tipo de superficie	n
Suelo liso impermeable	0.02
Suelo desnudo	0.10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso	0.20
Pastizales	0.40
Bosques de frondosas	0.60
Bosques de coníferas o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos de césped	0.8

Fórmula de Federal Aviation Administration

$$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C) * L^{0.5}}{S^{0.333}}$$

Dónde:

t_c : tiempo de concentración (horas).

C: coeficiente de escorrentía del método racional

L: longitud del flujo superficial (Km).

S: pendiente de la superficie (m/m)

Fórmula de California

$$T_c = 0.01 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

T_c : tiempo de concentración (horas).

L: longitud del cauce principal (Km).

H: diferencia de cotas entre el punto de interés y la divisoria (m)

S: pendiente (m/m)

Tabla 29. *Tiempo de concentración de la Subcuenca quebrada Cabuyal*

Fórmulas	Tc (hr)
Kirpich	4.62
Temez	4.04
Ven Te Chow:	4.52
Hathaway	4.16
Federal A.A	4.37
Californi	4.62
Promedio	4.389

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. *Método SCS-Hec Hms*

Método SCS-Hec Hms	
Tlag (min)	263.33
Lag. Time (min)	158.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. *Método Snyder-Hec Hms*

Método Snyder-Hec Hms		
Standard Lag (HR)	2.63	
Peaking Coefficient	0.61	0,56-0,69
Tomando mayores valores en cuencas con altas pendientes.		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. *Método Clarck-Hec Hms*

Metodo Clarck-Hec Hms		
Storage Coefficient (HR)	3.07	70% del TC

Fuente: Elaboración propia.

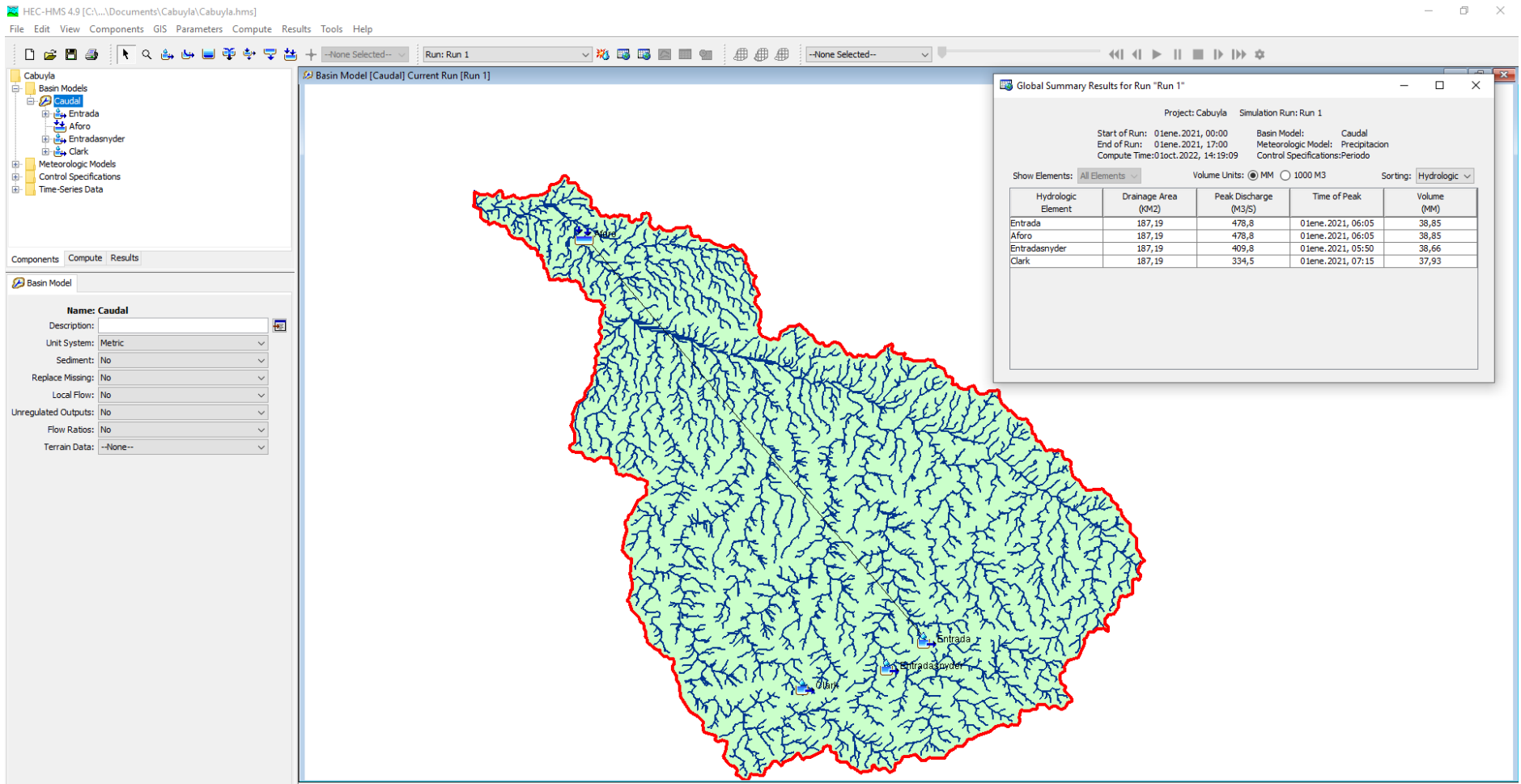


Imagen 12. Caudal de sub cuenca quebrada Cabuyal en Hec-HMS.4.9

7. Cálculo de caudal

Para calcular el caudal se utilizaron los siguientes métodos que se detallan a continuación:

Método Hidrograma Unitario Triangular

Datos:

T: 140 años

P_{máx 24 h}: 140.52

Calculando la duración efectiva de la lluvia efectiva

Considerando la sub cuenca quebrada Cabuyal, como una cuenca grande

La duración en exceso se determina a través de la siguiente fórmula:

$$de=2 \sqrt{Tc}$$

de=4.19 hr.

Cálculo de la lámina de lluvia neta y de la intensidad de lluvia

D=de=4.19 hr

D=de=251.39 min

Tabla 33. *La lámina de lluvia neta y de la intensidad de lluvia*

T	P _{máx 24h}	P (durac.)	I (mm/h)
140 Años	140.52	90.83	21.68

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. *tiempo para alcanzar el pico del hidrograma*

Fórmulas	Tiempo
de/2	2.09 hr
tr=0.6Tc	2.51 hr
Tp=(de/tr)	4.61 hr
tp	276.53 min

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar los datos descritos en la tabla 11 se calcularon a través de las siguientes fórmulas:

$$Pe = \frac{(P - 0.20S)^2}{P + 0.80S}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$Ia = 0.20S$$

En las expresiones anteriores:

Pe: precipitación efectiva, en pulgadas

P: precipitación de diseño, en pulgadas

S: abstracción inicial

CN: curva número

Tabla 35. Datos para calcular caudal máximo

Descripción	valor
CN	72
S	98.78
Ia	19.76
Pe	66.43

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el caudal máx. se determina a través de la siguiente fórmula

$$Qp = 0.208 \frac{A \cdot Pe}{tp}$$

Para el tiempo base su fórmula es:

$$tb = 2.67 tp$$

Dónde:

Qp: caudal máximo o pico, en m³/s

A: área de la cuenca en Km²

Pe: altura de precipitación en exceso, en mm

tp: tiempo pico, en hr

tb: tiempo base, en hr

Tabla 36. caudal por método hidrograma unitario triangular

T	Pmax 24h	PE (mm)	Qmáx (m3/S)
140 años	140.52	66.43	561.18

Fuente: Elaboración propia.

Método racional modificado

Para determinar el caudal mediante este método se calculará mediante las siguientes fórmulas

Tiempo de concentración (Tc)

$$Tc = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

L: longitud del cauce mayor (Km)

S: Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)

Coefficiente de Uniformidad

$$K = 1 + \frac{Tc^{1.25}}{Tc^{1.25} + 14}$$

Dónde:

Tc: tiempo de concentración (horas)

Coefficiente de simultaneidad o factor reductor (KA)

$$K_A = 1 - \left(\frac{\log_{10} A}{15} \right)$$

Dónde:

A: área de la cuenca (Km²)

Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P)

$$P = K_A * P_D$$

Dónde:

KA: factor reductor

Pa: precipitación máxima diaria (mm)

Intensidad de precipitación (I)

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) * 11^{\frac{25^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Dónde:

P: precipitación máxima corregida (mm)

Tc: tiempo de concentración (horas)

Coefficiente de escorrentía (C)

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

Dónde:

P_d: precipitación máxima diaria (mm)

P_o: Umbral de escorrentía = $\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50$

CN: número de curva

Para calcular el caudal su fórmula es:

$$Q = 0.278 CIAK$$

Dónde:

Q: descarga máxima de diseño (m³/m)

C: coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce I.

I: intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: área de la cuenca (Km²)

K: coeficiente de uniformidad

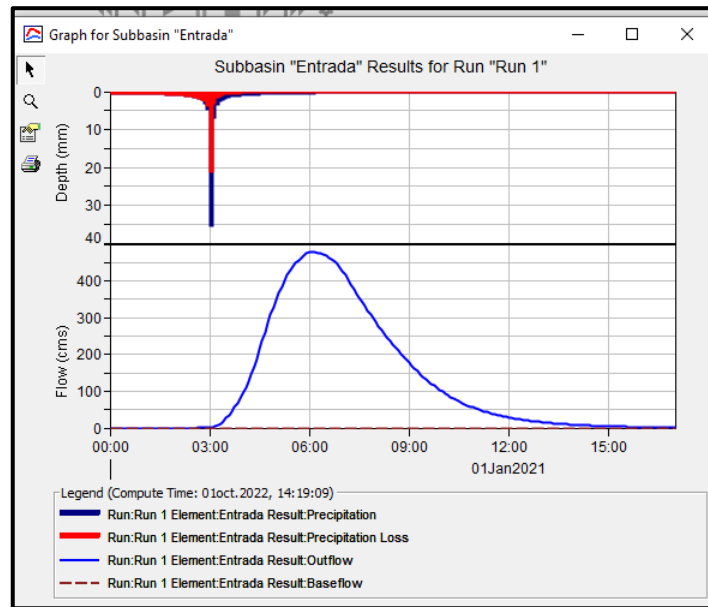
Tabla 37. Caudal por método racional modificado

Descripción	Caudal (m ³ /s)
Coeficiente de Uniformidad K	1.31
Intensidad de la precipitación (I)	22.13
Coeficiente de Escorrentía (C)	0.57
Área de la Cuenca (km ²)	187.19
Caudal Máximo m³/s	855.25

Fuente: Elaboración propia.

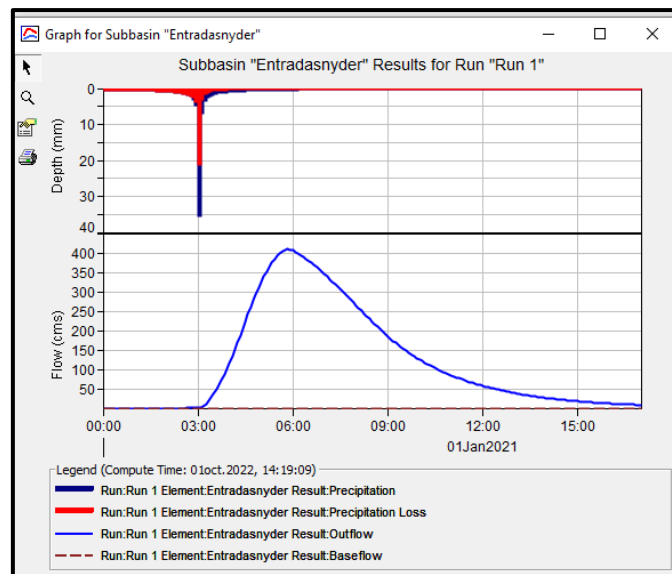
Para determinar el cálculo de los caudales por los métodos de SCS, Snyder y Clarck; estos se obtuvieron mediante el programa Hms.

Gráfico 10. Hidrograma Hec Hms de 478.80 m³/s



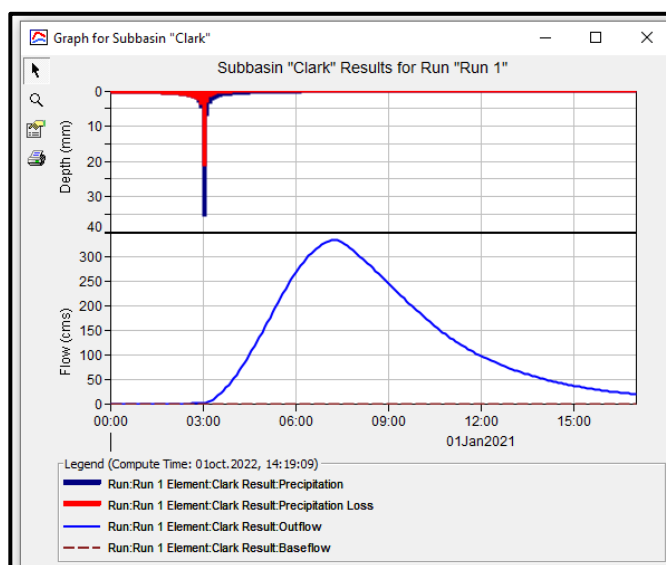
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11. Hidrograma de Snyder - Hec Hms de 409.80 m³/s



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12. Hidrograma de Clarck - Hec Hms de 334.50 m³/s



Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Resumen de caudales por 05 métodos

Método	m ³ /s
Método Hidrograma Unitario Triangular	561.18
Método Racional Modificado	855.25
Método SCS-Hec Hms	478.80
Método Snyder-Hec Hms	409.80
Método Clarck-Hec Hms	334.50
Promedio	528

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6: Cálculo de Elementos para el diseño de defensa ribereña

Ancho Estable

Para determinar el ancho estable se usan los siguientes métodos: Método de Simons y Henderson; Método de Pettis; Método de Altunin-Manning; Método de Blench. Estos son métodos recomendados por la Autoridad Nacional del Agua.

Para nuestro proyecto se calculó el caudal de diseño **528.00 m³/s** para un periodo de retorno de 140 años.

Para nuestro proyecto en la quebrada Cabuyal se realizó a través de cuatro métodos:

El método de Simons y Henderson, está en función de los coeficientes según las condiciones de fondo de la quebrada y caudal. Como resultado del método es **66.64 m** de ancho estable.

Tabla 39. Método de Simons y Henderson

MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON		
$B = K_1 Q^{1/2}$		
Condiciones de Fondo de quebrada	K₁	B (m)
Fondo y orillas de grava	2.9	66.64

Fuente: Elaboración propia.

El método de Pettis, está relacionada en función del caudal, y su resultado es de **102.02 m** de ancho estable

Tabla 40. Método e Pettis

MÉTODO DE PETTIS
$B = 4.44 Q^{0.5}$
B (m)
102.02

Fuente: Elaboración propia.

Para **el método de Manning**, está relacionada por el ancho estable con el tipo de cauce, material y tipo de quebrada. Por lo que se obtuvo **80.08 m** de ancho estable.

Tabla 41. Método de Manning

MÉTODO DE - MANNING		
$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$		
Valores rugosidad de Manning (n)		B (m)
Descripción	n	
Cauce con fondo sólido sin irregularidades =	0.025	80.08
Coefficiente Material del Cauce		
Descripción	K	
Material aluvial =	8 a 12	
Coefficiente de Tipo de Río		
Descripción	m	
Para cauces aluviales	1	

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el **método de Blench**, el factor de fondo está en función al factor de orilla. Dio como resultado **144.07 m** de ancho estable.

Tabla 42. Método de Blench

MÉTODO DE BLENCH		
$B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$		
Factores		B (m)
Factor de Fondo	F_b	
Material Grueso	1.2	144.07
Factor de Orilla	F_s	
Materiales sueltos	0.1	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43. Métodos usados para determinar el ancho de la quebrada

MÉTODO	B (m)
Método de Simons y Henderson	66.64
Método de Pettis	102.02
Método de Manning	80.08
Método de Blench	144.07

Fuente: Elaboración propia.

Se elige **100.00 m** de ancho por adaptarse a la zona de estudio

Clasificación del Tamaño de la Partícula

Manual de puentes. 2016. Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

En los estudios mecánica de suelos de las muestras del proyecto, resulta un tipo de suelo granular no cohesivo.

Tabla 44. Clasificación de suelo según su tamaño de partículas

CLASIFICACION SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS			
Tamaño (mm)			Tipo de material
4000	-	2000	Canto rodado muy grande
2000	-	1000	Canto rodado grande
1000	-	500	Canto rodado medio
500	-	250	Canto rodado pequeño
250	-	130	Cascajo grande
130	-	64	Cascajo pequeño
64	-	32	Grava muy gruesa
32	-	16	Grava gruesa
16	-	8	Grava media
8	-	4	Grava fina
4	-	2	Grava muy fina
2	-	1	Arena muy gruesa
1	-	0.500	Arena gruesa
0.500	-	0.250	Arena media
0.250	-	0.125	Arena fina
0.125	-	0.062	Arena muy fina
0.062	-	0.031	Limo grueso
0.031	-	0.016	Limo medio
0.016	-	0.008	Limo fino
0.008	-	0.004	Limo muy fino
0.004	-	0.002	Arcilla gruesa
0.002	-	0.001	Arcilla media
0.001	-	0.0005	Arcilla fina
0.0005	-	0.00024	Arcilla muy fina

Fuente: Unión Geofísica Americana (AGU)

El diámetro medio (D_{50}) de acuerdo al estudio de suelo realizado en la zona es de 0.267 como promedio, por lo que se determina que es arena media y de material no cohesivo.

Tabla 45. Coeficiente de contracción μ

Coeficiente de Contraccion, μ							
Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos						
	10 m.	13 m.	16 m.	18 m.	21 m.	25 m.	30 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96
>4.00	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	

Tabla 46. Longitud libre entre los estribos

Velocidad (m/s)	Longitud libre entre los estribos					
	42 m.	52 m.	63 m.	106 m.	124 m.	200 m.
<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Para nuestro caso se selecciona los siguientes datos:

V_m: velocidad media= 2.879 m/s

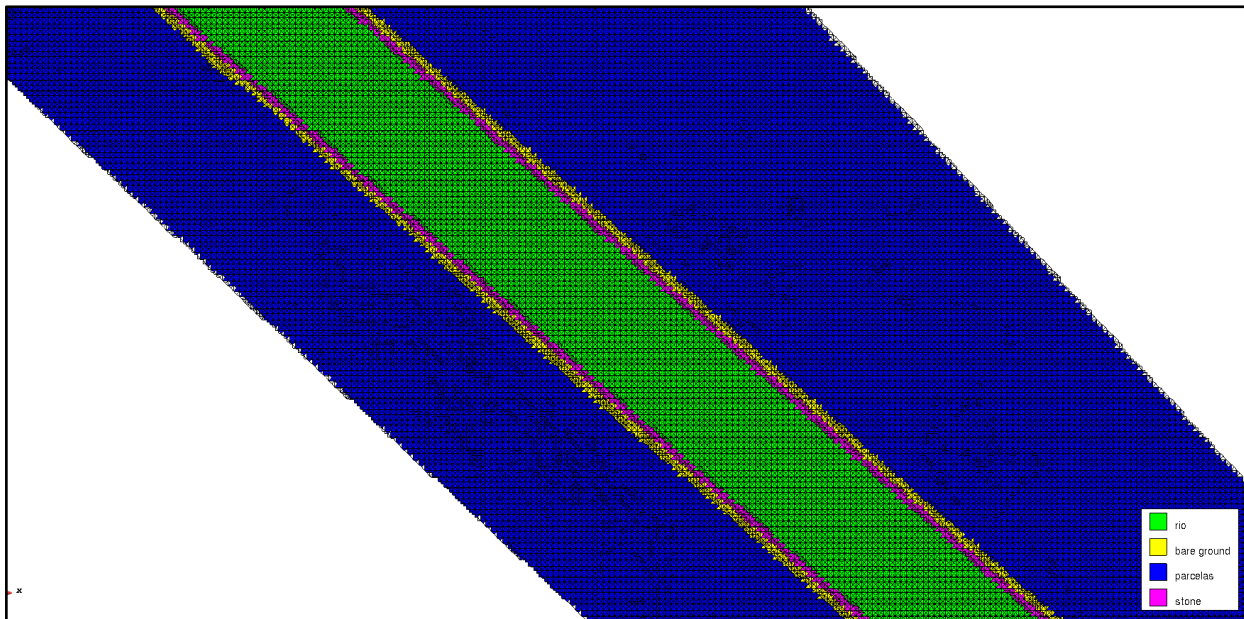
B: ancho estable= 100.00 m

μ : coeficiente de contracción= 1

Tabla 47. Manual de puentes según el MTC

Tabla n° 04 : Valores del Coeficiente β		
Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente β
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07
Periodo de Retorno (Años) =====>		140.00
β =		1.00

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC)



Altura de Dique

El cálculo de la altura del muro se detalla a continuación:

Para calcular el borde libre se utilizaron los parámetros de caudal y tirante, éstos fueron aplicados en las fórmulas de los tres métodos como son USBR y el método práctico, donde se adoptó un borde libre de 1.00 m. de altura, ver tabla 41.

1. Método USBR (United States Bureau of Reclamation)

Fórmula

$$B_L = 0.5521 \sqrt{CY}$$

Donde:

B_L = borde libre

C = constante

Y = tirante

Se debe de tener presente la siguiente condición.

Para caudales menores de 0.56 m³/s se tomará un C de 1.5.

Para caudales mayores de 84.95 m³/s se tomará el C de 2.5.

Para nuestro proyecto, se escogió un C de 2.5.

2. Método práctico

$$M.p.=y/3$$

Donde:

y= tirante

Tabla 48. Cálculo de borde libre

Prog. (km)	Q Total (m ³ /s)	Cota de Agua (m)	Cota de terreno (m)	Tirante (m)	Vel. (m/s)	USBR (1)	Método práctico y/3 (2)	Borde Libre Promedio	Borde Libre Adoptado
0+000	528	31.83	30.22	1.61	2.48	1.11	0.54	0.82	1.00
0+020	528	31.94	30.00	1.94	2.76	1.22	0.65	0.93	1.00
0+040	528	32.03	30.00	2.03	2.84	1.24	0.68	0.96	1.00
0+060	528	32.10	30.00	2.10	2.94	1.27	0.70	0.98	1.00
0+080	528	32.17	30.00	2.17	2.99	1.28	0.72	1.00	1.00
0+100	528	32.22	30.01	2.21	3.14	1.30	0.74	1.02	1.00
0+120	528	32.21	30.18	2.03	3.45	1.24	0.68	0.96	1.00
0+140	528	32.21	30.37	1.83	3.64	1.18	0.61	0.90	1.00
0+160	528	32.28	30.50	1.79	3.29	1.17	0.60	0.88	1.00
0+180	528	32.41	30.50	1.91	3.01	1.21	0.64	0.92	1.00
0+200	528	32.51	30.51	2.00	3.14	1.23	0.67	0.95	1.00
0+220	528	32.51	30.66	1.85	3.44	1.19	0.62	0.90	1.00
0+240	528	32.66	30.85	1.80	3.57	1.17	0.60	0.89	1.00
0+260	528	32.75	30.99	1.75	3.32	1.16	0.58	0.87	1.00
0+280	528	32.90	31.00	1.90	3.04	1.20	0.63	0.92	1.00
0+300	528	33.00	31.00	2.00	3.10	1.23	0.67	0.95	1.00
0+320	528	33.02	31.14	1.88	3.39	1.20	0.63	0.91	1.00
0+340	528	33.03	31.33	1.70	3.56	1.14	0.57	0.85	1.00
0+360	528	33.14	31.49	1.65	3.37	1.12	0.55	0.84	1.00
0+380	528	33.33	31.50	1.83	3.04	1.18	0.61	0.90	1.00
0+400	528	33.44	31.50	1.94	3.08	1.22	0.65	0.93	1.00
0+420	528	33.47	31.61	1.87	3.40	1.19	0.62	0.91	1.00
0+440	528	33.52	31.74	1.78	3.36	1.16	0.59	0.88	1.00
0+460	528	33.60	31.87	1.72	3.29	1.15	0.57	0.86	1.00
0+480	528	33.69	32.00	1.69	3.59	1.14	0.56	0.85	1.00
0+500	528	33.70	32.13	1.56	3.65	1.09	0.52	0.81	1.00
0+520	528	33.90	32.23	1.67	3.41	1.13	0.56	0.84	1.00
0+540	528	34.05	32.33	1.72	3.30	1.15	0.57	0.86	1.00
0+560	528	34.19	32.43	1.76	3.20	1.16	0.59	0.87	1.00
0+580	528	34.32	32.52	1.80	3.46	1.17	0.60	0.89	1.00
0+600	528	34.34	32.69	1.65	3.50	1.12	0.55	0.84	1.00
0+620	528	34.37	32.89	1.48	3.77	1.06	0.49	0.78	1.00
0+640	528	34.62	33.00	1.62	3.31	1.11	0.54	0.83	1.00
0+660	528	34.82	33.00	1.82	3.02	1.18	0.61	0.89	1.00
0+680	528	34.92	33.02	1.91	3.30	1.20	0.64	0.92	1.00
0+700	528	34.93	33.17	1.76	3.43	1.16	0.59	0.87	1.00
0+720	528	34.96	33.37	1.59	3.53	1.10	0.53	0.82	1.00
0+740	528	35.12	33.50	1.63	3.32	1.11	0.54	0.83	1.00
0+760	528	35.32	33.50	1.82	3.00	1.18	0.61	0.89	1.00
0+780	528	35.42	33.51	1.92	3.17	1.21	0.64	0.92	1.00
0+800	528	35.42	33.66	1.76	3.52	1.16	0.59	0.87	1.00
0+820	528	35.45	33.86	1.59	3.62	1.10	0.53	0.82	1.00

0+840	528	35.62	34.00	1.62	3.33	1.11	0.54	0.83	1.00
0+860	528	35.82	34.00	1.82	3.00	1.18	0.61	0.89	1.00
0+880	528	35.93	34.01	1.93	3.10	1.21	0.64	0.93	1.00
0+900	528	35.94	34.14	1.80	3.48	1.17	0.60	0.88	1.00
0+920	528	35.95	34.34	1.61	3.67	1.11	0.54	0.82	1.00
0+940	528	36.10	34.49	1.60	3.40	1.11	0.53	0.82	1.00
0+960	528	36.32	34.50	1.82	3.02	1.18	0.61	0.89	1.00
0+980	528	36.44	34.50	1.93	3.06	1.21	0.64	0.93	1.00
1+000	528	36.45	34.62	1.83	3.38	1.18	0.61	0.89	1.00
1+020	528	36.46	34.82	1.63	3.67	1.12	0.54	0.83	1.00
1+040	528	36.56	34.99	1.58	3.48	1.10	0.53	0.81	1.00
1+060	528	36.81	35.00	1.81	3.06	1.18	0.60	0.89	1.00
1+080	528	36.94	35.00	1.94	3.05	1.22	0.65	0.93	1.00
1+100	528	36.96	35.11	1.85	3.41	1.19	0.62	0.90	1.00
1+120	528	36.95	35.31	1.64	3.71	1.12	0.55	0.83	1.00
1+140	528	37.04	35.48	1.55	3.55	1.09	0.52	0.80	1.00
1+160	528	37.30	35.50	1.80	3.08	1.17	0.60	0.89	1.00
1+180	528	37.44	35.50	1.94	3.11	1.22	0.65	0.93	1.00
1+200	528	37.47	35.61	1.86	3.41	1.19	0.62	0.91	1.00
1+220	528	37.47	35.81	1.66	3.71	1.12	0.55	0.84	1.00
1+240	528	37.55	35.98	1.57	3.52	1.10	0.52	0.81	1.00
1+260	528	37.79	36.00	1.79	3.11	1.17	0.60	0.88	1.00
1+280	528	37.93	36.00	1.93	3.11	1.21	0.64	0.93	1.00
1+300	528	37.96	36.10	1.86	3.44	1.19	0.62	0.91	1.00
1+320	528	37.97	36.30	1.67	3.69	1.13	0.56	0.84	1.00
1+340	528	38.05	36.48	1.57	3.53	1.10	0.52	0.81	1.00
1+360	528	38.29	36.50	1.79	3.13	1.17	0.60	0.88	1.00
1+380	528	38.42	36.50	1.92	3.12	1.21	0.64	0.93	1.00
1+400	528	38.46	36.58	1.88	3.55	1.20	0.63	0.91	1.00
1+420	528	38.47	36.79	1.68	3.63	1.13	0.56	0.85	1.00
1+440	528	38.54	36.97	1.57	3.61	1.09	0.52	0.81	1.00
1+460	528	38.78	37.00	1.78	3.17	1.17	0.59	0.88	1.00
1+480	528	38.92	37.00	1.91	3.24	1.21	0.64	0.92	1.00
1+500	528	38.95	37.07	1.88	3.66	1.20	0.63	0.91	1.00
1+520	528	39.01	37.18	1.83	3.41	1.18	0.61	0.89	1.00
1+540	528	39.12	37.29	1.83	3.31	1.18	0.61	0.90	1.00
1+560	528	39.23	37.39	1.84	3.30	1.18	0.61	0.90	1.00
1+580	528	39.34	37.48	1.86	3.36	1.19	0.62	0.90	1.00
1+600	528	39.39	37.59	1.80	3.45	1.17	0.60	0.89	1.00
1+620	528	39.51	37.69	1.81	3.28	1.18	0.60	0.89	1.00
1+640	528	39.63	37.80	1.83	3.24	1.18	0.61	0.89	1.00
1+660	528	39.74	37.90	1.84	3.25	1.18	0.61	0.90	1.00
1+680	528	39.85	37.99	1.86	3.30	1.19	0.62	0.91	1.00

1+700	528	39.90	38.08	1.82	3.38	1.18	0.61	0.89	1.00
1+720	528	39.99	38.18	1.80	3.24	1.17	0.60	0.89	1.00
1+740	528	40.09	38.29	1.81	3.15	1.17	0.60	0.89	1.00
1+760	528	40.19	38.39	1.80	3.11	1.17	0.60	0.89	1.00
1+780	528	40.30	38.48	1.82	3.03	1.18	0.61	0.89	1.00
1+800	528	40.41	38.53	1.87	3.41	1.20	0.62	0.91	1.00
1+820	528	40.41	38.67	1.75	3.92	1.15	0.58	0.87	1.00
1+840	528	40.23	38.82	1.41	4.20	1.04	0.47	0.75	1.00
1+860	528	40.47	38.98	1.50	4.08	1.07	0.50	0.78	1.00
1+880	528	40.41	39.00	1.41	4.71	1.04	0.47	0.75	1.00
1+900	528	40.52	39.00	1.53	5.12	1.08	0.51	0.79	1.00
1+920	528	41.04	38.75	2.30	4.58	1.32	0.77	1.04	1.00

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la **altura de muro** se calculó mediante la suma del tirante y el borde libre y se visualizó que la altura que predominó en la tabla 49 es de 3.00 m. de altura y esta es la que se escogió para nuestro diseño, se debe de tener presente que el tirante se determinó a través de la resta de la cota del terreno y la cota de agua, estos datos fueron obtenidos previamente en Iber.

Tabla 49. Altura de Muro

Progresivas	Q Total	COTA DE AGUA	COTA DE TERRENO	Tirante	Borde Libre Adoptado	Altura Calculada	Altura de Muro
(km)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0+000	528	31.83	30.22	1.61	1	2.61	3.00
0+020	528	31.94	30.00	1.94	1	2.94	3.00
0+040	528	32.03	30.00	2.03	1	3.03	3.50
0+060	528	32.10	30.00	2.10	1	3.10	3.50
0+080	528	32.17	30.00	2.17	1	3.17	3.50
0+100	528	32.22	30.01	2.21	1	3.21	3.50
0+120	528	32.21	30.18	2.03	1	3.03	3.50
0+140	528	32.21	30.37	1.83	1	2.83	3.00
0+160	528	32.28	30.50	1.79	1	2.79	3.00
0+180	528	32.41	30.50	1.91	1	2.91	3.00
0+200	528	32.51	30.51	2.00	1	3.00	3.00
0+220	528	32.51	30.66	1.85	1	2.85	3.00
0+240	528	32.66	30.85	1.80	1	2.80	3.00
0+260	528	32.75	30.99	1.75	1	2.75	3.00
0+280	528	32.90	31.00	1.90	1	2.90	3.00
0+300	528	33.00	31.00	2.00	1	3.00	3.00
0+320	528	33.02	31.14	1.88	1	2.88	3.00

0+340	528	33.03	31.33	1.70	1	2.70	3.00
0+360	528	33.14	31.49	1.65	1	2.65	3.00
0+380	528	33.33	31.50	1.83	1	2.83	3.00
0+400	528	33.44	31.50	1.94	1	2.94	3.00
0+420	528	33.47	31.61	1.87	1	2.87	3.00
0+440	528	33.52	31.74	1.78	1	2.78	3.00
0+460	528	33.60	31.87	1.72	1	2.72	3.00
0+480	528	33.69	32.00	1.69	1	2.69	3.00
0+500	528	33.70	32.13	1.56	1	2.56	3.00
0+520	528	33.90	32.23	1.67	1	2.67	3.00
0+540	528	34.05	32.33	1.72	1	2.72	3.00
0+560	528	34.19	32.43	1.76	1	2.76	3.00
0+580	528	34.32	32.52	1.80	1	2.80	3.00
0+600	528	34.34	32.69	1.65	1	2.65	3.00
0+620	528	34.37	32.89	1.48	1	2.48	2.50
0+640	528	34.62	33.00	1.62	1	2.62	3.00
0+660	528	34.82	33.00	1.82	1	2.82	3.00
0+680	528	34.92	33.02	1.91	1	2.91	3.00
0+700	528	34.93	33.17	1.76	1	2.76	3.00
0+720	528	34.96	33.37	1.59	1	2.59	3.00
0+740	528	35.12	33.50	1.63	1	2.63	3.00
0+760	528	35.32	33.50	1.82	1	2.82	3.00
0+780	528	35.42	33.51	1.92	1	2.92	3.00
0+800	528	35.42	33.66	1.76	1	2.76	3.00
0+820	528	35.45	33.86	1.59	1	2.59	3.00
0+840	528	35.62	34.00	1.62	1	2.62	3.00
0+860	528	35.82	34.00	1.82	1	2.82	3.00
0+880	528	35.93	34.01	1.93	1	2.93	3.00
0+900	528	35.94	34.14	1.80	1	2.80	3.00
0+920	528	35.95	34.34	1.61	1	2.61	3.00
0+940	528	36.10	34.49	1.60	1	2.60	3.00
0+960	528	36.32	34.50	1.82	1	2.82	3.00
0+980	528	36.44	34.50	1.93	1	2.93	3.00
1+000	528	36.45	34.62	1.83	1	2.83	3.00
1+020	528	36.46	34.82	1.63	1	2.63	3.00
1+040	528	36.56	34.99	1.58	1	2.58	3.00
1+060	528	36.81	35.00	1.81	1	2.81	3.00
1+080	528	36.94	35.00	1.94	1	2.94	3.00
1+100	528	36.96	35.11	1.85	1	2.85	3.00
1+120	528	36.95	35.31	1.64	1	2.64	3.00
1+140	528	37.04	35.48	1.55	1	2.55	3.00
1+160	528	37.30	35.50	1.80	1	2.80	3.00
1+180	528	37.44	35.50	1.94	1	2.94	3.00

1+200	528	37.47	35.61	1.86	1	2.86	3.00
1+220	528	37.47	35.81	1.66	1	2.66	3.00
1+240	528	37.55	35.98	1.57	1	2.57	3.00
1+260	528	37.79	36.00	1.79	1	2.79	3.00
1+280	528	37.93	36.00	1.93	1	2.93	3.00
1+300	528	37.96	36.10	1.86	1	2.86	3.00
1+320	528	37.97	36.30	1.67	1	2.67	3.00
1+340	528	38.05	36.48	1.57	1	2.57	3.00
1+360	528	38.29	36.50	1.79	1	2.79	3.00
1+380	528	38.42	36.50	1.92	1	2.92	3.00
1+400	528	38.46	36.58	1.88	1	2.88	3.00
1+420	528	38.47	36.79	1.68	1	2.68	3.00
1+440	528	38.54	36.97	1.57	1	2.57	3.00
1+460	528	38.78	37.00	1.78	1	2.78	3.00
1+480	528	38.92	37.00	1.91	1	2.91	3.00
1+500	528	38.95	37.07	1.88	1	2.88	3.00
1+520	528	39.01	37.18	1.83	1	2.83	3.00
1+540	528	39.12	37.29	1.83	1	2.83	3.00
1+560	528	39.23	37.39	1.84	1	2.84	3.00
1+580	528	39.34	37.48	1.86	1	2.86	3.00
1+600	528	39.39	37.59	1.80	1	2.80	3.00
1+620	528	39.51	37.69	1.81	1	2.81	3.00
1+640	528	39.63	37.80	1.83	1	2.83	3.00
1+660	528	39.74	37.90	1.84	1	2.84	3.00
1+680	528	39.85	37.99	1.86	1	2.86	3.00
1+700	528	39.90	38.08	1.82	1	2.82	3.00
1+720	528	39.99	38.18	1.80	1	2.80	3.00
1+740	528	40.09	38.29	1.81	1	2.81	3.00
1+760	528	40.19	38.39	1.80	1	2.80	3.00
1+780	528	40.30	38.48	1.82	1	2.82	3.00
1+800	528	40.41	38.53	1.87	1	2.87	3.00
1+820	528	40.41	38.67	1.75	1	2.75	3.00
1+840	528	40.23	38.82	1.41	1	2.41	2.50
1+860	528	40.47	38.98	1.50	1	2.50	2.50
1+880	528	40.41	39.00	1.41	1	2.41	2.50
1+900	528	40.52	39.00	1.53	1	2.53	3.00
1+920	528	41.04	38.75	2.30	1	3.30	3.50

Fuente: Elaboración propia

Profundidad de uña

Se utilizará el método de LI. List Van Levediev.

Para el cálculo del tirante se realizó el promedio del tirante según tabla 49, donde dio como resultado de 1.79 m.

Para calcular el tirante medio (t_m), que se determina con la división entre el área hidráulica y el ancho de espejo de agua que a continuación se detalla sus fórmulas.

$$t_m = A/B$$

Dónde:

t_m : tirante medio

A: área hidráulica

B: ancho estable

Para el cálculo del área de flujo, en tabla 50, se determinó con la siguiente fórmula:

$$A = (B + ZY) Y$$

Dónde:

A: área hidráulica

B: ancho estable

Z: talud

Y: tirante de agua

Para el cálculo del ancho de espejo de agua, en tabla 50, se determinó con la siguiente fórmula:

$$T = B + 2ZY$$

Donde:

T: espejo de agua

B: ancho estable

Z: talud

Y: tirante de agua

Tabla 50. Cálculo de flujo de agua y ancho superior de espejo de agua

Prog. (km)	Q Total (m3/s)	Tirante (m)	Área de flujo (m2)	Ancho superior de espejo de agua (m)
0+000	528	1.61	165.84	106.43
0+020	528	1.94	201.96	107.78
0+040	528	2.03	211.64	108.13
0+060	528	2.10	219.36	108.42
0+080	528	2.17	226.00	108.66
0+100	528	2.21	230.50	108.83
0+120	528	2.03	211.45	108.13
0+140	528	1.83	190.08	107.33
0+160	528	1.79	185.08	107.15
0+180	528	1.91	198.82	107.66
0+200	528	2.00	207.94	108.00
0+220	528	1.85	191.39	107.38
0+240	528	1.80	186.68	107.21
0+260	528	1.75	181.37	107.01
0+280	528	1.90	197.66	107.62
0+300	528	2.00	207.77	107.99
0+320	528	1.88	194.79	107.51
0+340	528	1.70	175.41	106.79
0+360	528	1.65	170.81	106.61
0+380	528	1.83	189.87	107.33
0+400	528	1.94	201.80	107.77
0+420	528	1.87	193.59	107.47
0+440	528	1.78	183.88	107.10
0+460	528	1.72	178.42	106.90
0+480	528	1.69	174.99	106.77
0+500	528	1.56	161.39	106.26
0+520	528	1.67	172.30	106.67
0+540	528	1.72	178.03	106.88
0+560	528	1.76	182.16	107.04
0+580	528	1.80	186.67	107.21
0+600	528	1.65	170.40	106.60
0+620	528	1.48	152.36	105.92
0+640	528	1.62	167.43	106.49
0+660	528	1.82	188.32	107.27
0+680	528	1.91	197.78	107.62
0+700	528	1.76	182.25	107.04
0+720	528	1.59	164.11	106.36
0+740	528	1.63	167.86	106.50
0+760	528	1.82	188.48	107.27
0+780	528	1.92	198.90	107.66
0+800	528	1.76	182.70	107.06

0+820	528	1.59	164.24	106.37
0+840	528	1.62	167.78	106.50
0+860	528	1.82	188.96	107.29
0+880	528	1.93	200.05	107.71
0+900	528	1.80	186.09	107.19
0+920	528	1.61	166.07	106.44
0+940	528	1.60	165.52	106.41
0+960	528	1.82	188.85	107.29
0+980	528	1.93	200.91	107.74
1+000	528	1.83	189.33	107.31
1+020	528	1.63	168.78	106.54
1+040	528	1.58	162.47	106.30
1+060	528	1.81	187.90	107.25
1+080	528	1.94	201.63	107.76
1+100	528	1.85	191.61	107.39
1+120	528	1.64	169.63	106.57
1+140	528	1.55	160.30	106.22
1+160	528	1.80	186.66	107.21
1+180	528	1.94	201.33	107.75
1+200	528	1.86	192.87	107.44
1+220	528	1.66	171.34	106.63
1+240	528	1.57	162.44	106.30
1+260	528	1.79	185.31	107.16
1+280	528	1.93	200.21	107.71
1+300	528	1.86	193.45	107.46
1+320	528	1.67	172.57	106.68
1+340	528	1.57	162.32	106.29
1+360	528	1.79	185.03	107.15
1+380	528	1.92	199.54	107.69
1+400	528	1.88	195.02	107.52
1+420	528	1.68	174.06	106.74
1+440	528	1.57	161.86	106.28
1+460	528	1.78	184.70	107.13
1+480	528	1.91	198.82	107.66
1+500	528	1.88	195.14	107.52
1+520	528	1.83	189.33	107.31
1+540	528	1.83	189.73	107.32
1+560	528	1.84	190.70	107.36
1+580	528	1.86	192.74	107.43
1+600	528	1.80	186.81	107.21
1+620	528	1.81	187.81	107.25
1+640	528	1.83	189.49	107.31
1+660	528	1.84	190.59	107.35

1+680	528	1.86	193.00	107.44
1+700	528	1.82	188.78	107.29
1+720	528	1.80	186.76	107.21
1+740	528	1.81	187.23	107.23
1+760	528	1.80	186.60	107.20
1+780	528	1.82	188.50	107.28
1+800	528	1.87	194.47	107.50
1+820	528	1.75	180.85	106.99
1+840	528	1.41	144.78	105.63
1+860	528	1.50	154.30	105.99
1+880	528	1.41	145.01	105.64
1+900	528	1.53	157.57	106.12
1+920	528	2.30	240.14	109.18

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la aplicación de las fórmulas se obtuvo un área de flujo de 188.82 m² y un ancho de espejo de agua de 107.15 m; por lo tanto, el tirante medio de 1.76 m.

Tabla 51. Fórmula de LI. List Van Levediev

Suelos Granulares - No Cohesivos
$((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

t_s = Tirante después de producirse la socavación (m)

t = Tirante sin socavación (m) es 1.79 m.

D_m = Diámetro Medio de las partículas (mm) es 0.267 mm

g_s = Peso Específico suelo (Kg/m³)

μ = Coeficiente de Contracción

α = Coeficiente

Tabla 52. Coeficiente

Tirante medio	Q (Caudal de Diseño)	Coeficiente de Contracción (μ) - Tabla N° 38	Ancho Lámina	α
$t_m = 1.76$	528.00	$\mu = 1.00$	B = 109.00	1.89

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Profundidad de Socavación para Suelos no Cohesivos

Tabla 53. Selección de x en suelos cohesivos (tn/m^3) o suelos no cohesivos (mm)

Peso específico Tn/m^3	X	$1/(X + 1)$	D (mm)	X	$1/(X + 1)$
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			
Ps (T/m^3)			D_m (mm)		
-	X	$1/(X + 1) =$	0.267	X	$1/(X + 1) =$
				0.4167	0.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Tirante de socavación-suelos granulares

X : Exponente que depende de : D_m para suelos Granulares No Cohesivos y γ_s para suelos cohesivos.		Coefficiente por Tiempo de Retorno: β (Tabla N °47)	TIRANTE DE SOCAVACION SUELOS GRANULARES - NO COHESIVOS
X (Tabla N° 53)	$1/x+1$		$t_s = \left(\frac{\alpha t^{5/3}}{0.68 D_m^{0.28} \beta} \right)^{1/(x+1)}$
$x =$	0.42	$\beta =$	1.00
	0.71		$t_s =$ 5.30 m

Fuente: Elaboración propia

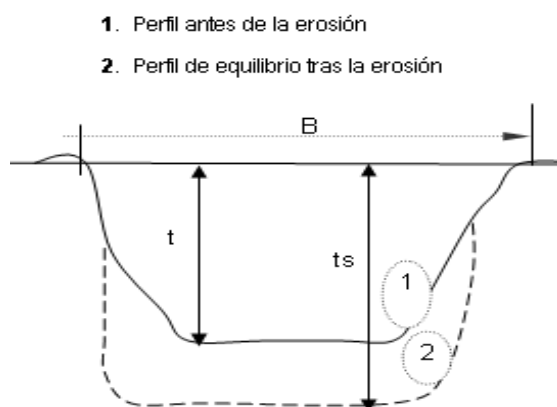


Figura 1. Perfil de erosión

Tabla 55. Profundidad de socavación

Profundidad de socavación (H_s)	
$H_s =$	$t_s - t$
$H_s =$	3.51 m

Fuente: Elaboración propia

Observando la figura 1 se obtuvo un tirante de socavación $t_s = 5.30$ m y el tirante t ya calculado anteriormente es de 1.79 m, resolviendo la operación, se halla la profundidad de socavación como resultado se obtuvo 3.51 m.

Tabla 56. Selección del factor de seguridad para obras de protección – enrocado

CONDICIÓN	RANGO DEL FS
Flujo uniforme, tramos rectos o medianamente curvos (radio de la curva/ancho del cauce > 30). Mínima influencia de impacto de sedimentos y material flotante.	1.0 – 1.2
Flujo gradualmente variado, curvatura moderada (10 < radio de la curva/ancho del cauce < 30). Moderada de impacto de sedimentos y material flotante.	1.3 – 1.6
Flujo rápidamente variado, curvas cerradas (radio de la curva/ancho del cauce < 10), flujos de alta turbulencia, flujo de turbulencia mixta en estribos de puentes. Efecto significativo de impacto de sedimentos y material flotante.	1.6 – 2.0

Fuente: Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje del Ministerio de transporte y comunicaciones

Fòrmula de profundidad de uña

$$(P_{UÑA}) = FS * H_s$$

Tabla 57. Profundidad de uña

Descripción	Valor
Profundidad de socavación (H_s)	3.51
Factor de seguridad (FS)	1.10
Total	4.00

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la profundidad de uña previamente se determinó la profundidad de socavación y el factor de seguridad que para nuestro diseño hemos escogido a nuestro criterio 1.10 de FS, según tabla 56 y nos dio como resultado de profundidad de uña 4.00 m.

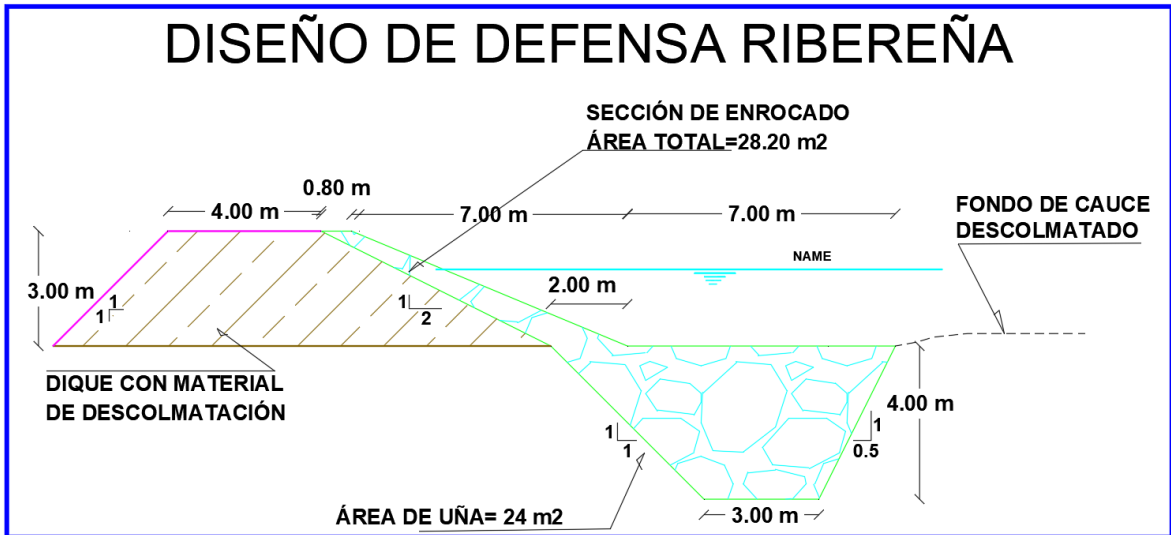


Figura 2. Diseño de defensa ribereña

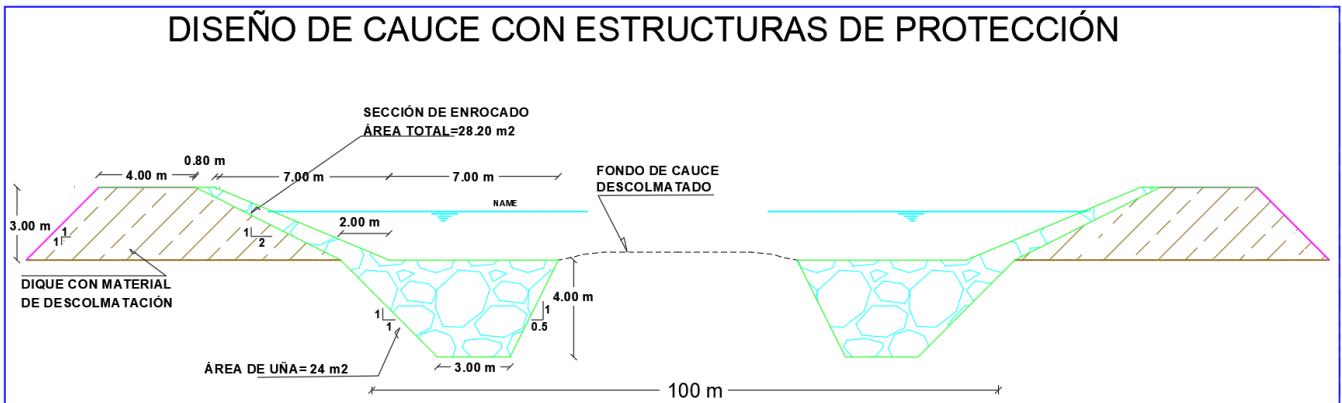


Figura 3. Diseño de cauce con estructuras de protección

Estabilidad del Terraplén

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en su Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje indica que la estabilidad del terraplén está relacionado al peso propio del terraplén, al ángulo de fricción interna y presión del agua. Y si la fuerza resistente (R) es mayor que la presión del agua (P), hay estabilidad o de lo contrario fallará.

Fuerza resistente: Es fuerza que se opone al deslizamiento del terraplén. Está definida en la siguiente fórmula:

$$R = W * \text{Tag } \emptyset$$

- Peso del terraplén

$$W=V \cdot \gamma_m$$

Presión del agua:

$$P = \frac{\gamma_w \cdot t^2}{2}$$

Datos:

R = Fuerza resistente (kg/m)

W= Peso del terraplén (kg)

Ø= Angulo de fricción interna (29°)

Tag Ø= Tangente del ángulo de fricción (0.55)

V= Área del dique (m²) (25.5 m²)

γ_m =Peso específico del material (kg/m³) (1850 kg/m³)

γ_w= Peso específico del agua (kg/m³) (1000 kg/m³)

Se tiene que cumplir que

R >P El dique es estable a la presión del agua

R <P El dique no es estable a la presión del agua

Tabla 58. Estabilidad del terraplén

Fuerza Resistente (Kg/m)			ANALISIS DE ESTABILIDAD
R = W * Tag Ø			
W = Peso del Terraplén		R	<p>R > P El dique es estable a la presión del agua.</p>
Área Dique (m ²)	25.50	26,149.53	
Peso Específico del material (Kg / m ³)	1850.00		
W =	47,175.00		
Angulo de fricción interna en grados (tipo de material de quebrada)			
Ø	29		
Tag Ø	0.55		
Presión del Agua (Kg/m²)			
P = P_w * t²/2		P	
P _w =	1000.00	1,602.05	
Tirante			
t =	1.79		

Fuente: Elaboración propia

Resolviendo la ecuación, los valores de las dimensiones de la sección típica del dique propuesto, se tiene que: Peso del terraplén (R) es 26,149.53 kg/m y Fuerza

resistente (P) es 1,602.05 kg/m².

Según los resultados R>P, por lo que el dique es estable a la presión del agua.

Probabilidad del Movimiento de la Roca

El % de probabilidad está en relación con la velocidad del caudal de diseño, peso específico de la roca (cantera) y el peso específico del agua. Su fórmula se detalla a continuación:

$$F_{\text{roca (D50)}} = 0.56 * (V^2/2g) * (1/ D_{50}) * (1/ \Delta)$$

$$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_a}$$

V= Velocidad del caudal de diseño (3.38 m/s)

γ_s = peso específico de la roca (cantera) (kg/m³) (2640 kg/m³)

γ_a = peso específico del agua (kg/m³) (1000 kg/m³)

D50= Diámetro medio de la roca (0.80 m)

Tabla 59. Probabilidad de movimiento de roca

PROBABILIDAD DE MOVIMIENTO DE LA ROCA		F _{roca} (%)
F _{roca (D50)} = 0.56 * (V ² /2g) * (1/ D ₅₀) * (1/ Δ)		
Velocidad caudal de diseño (V)		0.25
Velocidad	3.38	
$\Delta = \frac{\gamma_s - \gamma_a}{\gamma_a}$	Δ	
Peso específico de la roca (cantera) Kg/m ³		
$\gamma_s = 2,640.00$	1.64	
Peso específico del agua Kg/m ³		
$\gamma_a = 1,000.00$		
Diámetro medio de la roca (D ₅₀)		
D ₅₀ =	0.80	

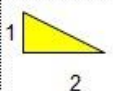
Fuente: Elaboración propia.

La estructura tiene un 25% que falle por movimiento de roca.

Estabilidad del Revestimiento del Enrocado

Si el esfuerzo actuante (τ_a) es menor que el esfuerzo crítico (τ_c) el revestimiento del enrocado es estable o de lo contrario inestable.

Tabla 60. Estabilidad del Revestimiento del enrocado

ESTABILIDAD DEL REVESTIMIENTO DEL ENROCADO				
ESFUERZO MAXIMO CORTANTE ACTUANTE		ESFUERZO CORTANTE CRITICOS		
$\tau_a = \gamma_a * t * S$	τ_a	$\tau_c = C * (\gamma_s - \gamma_a) * D_{50} * K$	τ_c	Verificacion ==>
Peso especifico del agua Kg/m ³	8.14	Peso especifico del agua Kg/m ³	101.68	Si $\tau_a < \tau_c$
$\gamma_a = 1,000.00$		$\gamma_a = 1,000.00$		
Tirante de diseño (m)		Peso especifico de la roca (cantera) Kg/m ³		
t = 1.79		$\gamma_s = 2,640.00$		
Pendiente Tramo de estudio		Factor de Talud (K)		EL REVESTIMIENTO DEL ENROCADO ES ESTABLE
S = 0.00455		$K = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \phi}}$		
		Angulo del Talud (α)		
		Z = 2		
			$\alpha = 26.57^\circ$	
		Angulo de friccion interna del material (Enrocado) (Φ)		
		$\Phi = 45$		
		Factor de Talud (K)		
		K = 0.775		
		Coefficiente de Shields		
		C = 0.100		

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto; el esfuerzo máximo cortante actuante (T_a) es menor que el esfuerzo cortante críticos (T_c), por lo que la estabilidad del revestimiento del enrocado es estable.

Cálculo para determinar el uso de filtros

1. Determinación de velocidad en el espacio entre el enrocado

$$V_a = (D_{50} / 2)^{2/3} * S^{1/2} / n_f$$

Tabla 61. Velocidad en el espacio entre el enrocado y material base

1.- Determinación de Velocidad en el espacio entre el enrocado y material base :	
V_a : velocidad del agua entre el enrocado y el fondo.	V_a (m/s)
$V_a = (D_{50} / 2)^{2/3} * S^{1/2} / n_f$	
n_f =	Rugosidad del fondo
Condicion	n_f
Sin filtro o hay filtro de Geotextil	0.02
Pendiente Tramo de estudio	
S =	0.00455
Diametro medio de la roca (D_{50})	
D_{50} =	0.80
	1.830

Fuente: Elaboración propia.

2. Determinación de velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado.

$$V_e = 16.1 * (D_m)^{1/2}$$

Tabla 62. Velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado

2.-Determinación de velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado (V_e)	
V_e = velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado	V_e (m/s)
$V_e = 16.1 * (D_m)^{1/2}$	
D_m =	diámetro de partículas del suelo base (m)
D_m =	0.000267 m
Verificacion :	0.263
Como $V_a > V_e$: Habra Erosión ==> SE RECOMIENDA UTILIZAR UN FILTRO DE GEOTEXTIL O UN FILTRO DE GRAVA	

Fuente: Elaboración propia.

Realizando la respectiva verificación se tiene que la velocidad del agua entre el

enrocado y el fondo (V_a) es mayor que la velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado (V_e) por lo que habrá Erosión y se recomienda utilizar un filtro de geotextil o un filtro de grava.

Determinación Del Tipo De Filtro

Asumiendo un filtro de geotextil:

Se tiene:

$$V_{a1} = V_a / 4$$

$$V_{a1} = 0.457 \text{ m/s}$$

Dónde:

V_a : velocidad del agua entre el enrocado y el fondo

Se debe verificar que se cumpla que: $V_{a1} > V_e$

Como $V_{a1} > V_e$: SE RECOMIENDA UTILIZAR UN FILTRO DE GEOTEXTIL

Como se observa según los resultados, que la velocidad del agua entre el enrocado y el fondo (V_a) **es mayor** que la velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado (V_e), por lo que se recomienda utilizar un filtro de geotextil y de esta manera se evitará la filtración del agua y desprendimiento del talud.

Cálculo de diámetro de la roca

Para determinar el diámetro de la roca, se calculó con la fórmula de Maynard.

$$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$$

La fórmula de Maynard el diámetro medio está en función de coeficientes con respecto a la ubicación de la roca, velocidad y altura hidráulica.

Tabla 63. Cálculo del diámetro de la roca – Fòrmula de Maynard

Sección Hidráulica	Altura Hidráulica (m)	Velocidad en el Centro del Cauce (m/s)	Coefficiente C ₁	Coefficiente por Ubicación de roca C ₂	$F = C_2 V / (g y)^{0.5}$	$d_{50} = t C_1 F^3$
Quebrada	1.79	3.38	0.32	1.50	1.21	1.01
Cabuyal	1.79	3.38	0.32	1.25	1.01	0.59

Fuente: Elaboración propia.

Valores de coeficiente C₁

Fondo Plano 0.25

Talud 1V: 3H 0.28

Talud 1V: 2H 0.32

Valores de coeficiente por ubicación de Roca C₂

Tramos en curva 1.50

Tramos rectos 1.25

En conclusión, el diámetro escogido de la roca es de 1.01m para tramos curvos y 0.59 para tramos rectos.

ANEXO 7: Modelamiento en el programa IBER

Para realizar la simulación, se han tenido presente diversos factores:

Determinación de la Geometría: La geometría ha sido la resultante del previo levantamiento topográfico en campo. La superficie obtenida ha sido trabajada en programas de Sistemas de Información Geográfica y además en el mismo entorno del modelo bidimensional IBER 3.1

Para la importación definitiva de la superficie al modelo IBER se ha realizado con la herramienta "Crear RTIN" y se consideraron los siguientes aspectos:

- La importación fue de la geometría como de la malla
- Elementos su tamaño fue de 0.2 m
- Lado el tamaño máximo fue de 5 m
- Lado el tamaño mínimo fue de 1m

Luego se extrae el archivo con la extensión "Ascii", para que este pueda reconocerlo.

Mallado de la superficie: Posteriormente se realiza el tipo de malla, siendo esta automática donde se asigna superficie que es No Estructurada. Estas generalmente son irregulares y dependen mucho del tamaño de los elementos para que la malla sea confiable.

Datos del problema, condiciones iniciales y de contorno: Se establecen los siguientes indicadores: **Parámetros de tiempo**, se coloca el tiempo máximo de simulación y el intervalo de los resultados, el cual se expresa en segundos. **Número de procesadores**, está en función de las especificaciones técnicas del ordenador donde se ejecutará el modelo. **Hidrodinámica**, se establecen las condiciones de entrada y salida del cauce. En la primera opción se añade el caudal de entrada en la única o múltiples entradas, y en la segunda opción se establece el contorno por donde el flujo desaguará.

Asignación de rugosidad: La rugosidad viene hacer una propiedad indispensable en el modelamiento hidráulico. Para todos los elementos de la geometría del modelo se debe asignar un coeficiente de rugosidad, caso contrario el modelo no

podrá ejecutarse.

Existen tres formas de asignar la rugosidad en el interfaz IBER:

1. Uso de suelo, se da para asignar manualmente las rugosidades en los elementos de la geometría o malla.
2. Manning variable, es para asignar coeficientes que varían en el tiempo.
3. Asignación automática, para asignar rugosidades en función a un archivo trabajado en software de Sistemas de Información Geográfica (Arc Gis).

Para nuestro caso la asignación manual de la rugosidad, se realizó en el Arc Map.

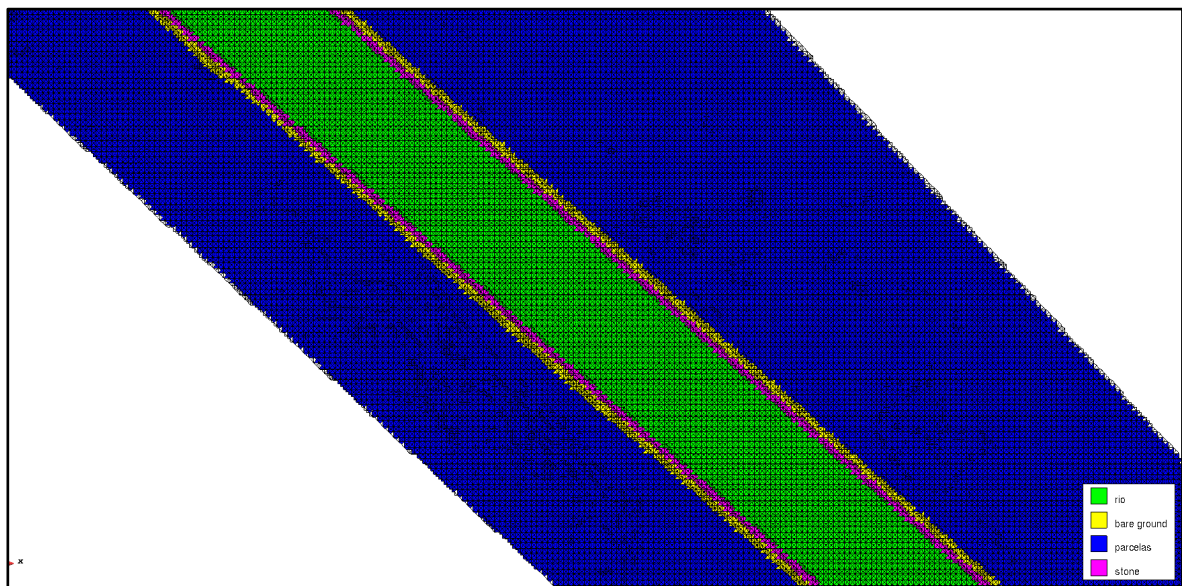


Imagen 13. Manning en Iber con defensa ribereña

FID	Shape *	Id	USO	n
0	Polygon	1	parcelas	0.18
1	Polygon	2	rio	0.025
2	Polygon	3	roca	0.04
3	Polygon	3	roca	0.04
4	Polygon	4	suelo desnudo	0.023
5	Polygon	4	seulo desnudo	0.023
6	Polygon	4	seulo desnudo	0.023
7	Polygon	1	parcelas	0.18

Imagen 14. *Tabla de coeficientes de Manning*

Proceso de cálculo: Definidos todos los parámetros anteriores, se ejecuta el modelo.

MODELACIÓN CFD – CONSIDERACIONES PARTICULARES

PARÁMETROS DE TIEMPO

Para la modelación se asignaron 1300 segundos (22 minutos aproximadamente) de simulación.

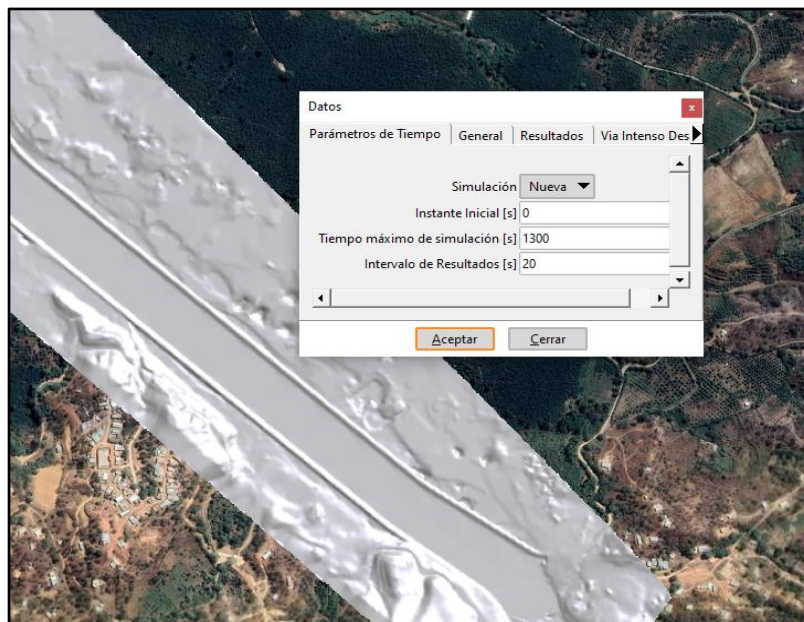


Imagen 15. *Parámetros de tiempo con diseño*

CONDICIONES INICIALES Y DE FRONTERA

Para la modelación de nuestro proyecto se asignó un caudal de periodo de retorno de **528.00 m³/s** en relación con los datos hidráulicos extraídos de campo. También se añadió el contorno de salida del flujo, de la siguiente manera:

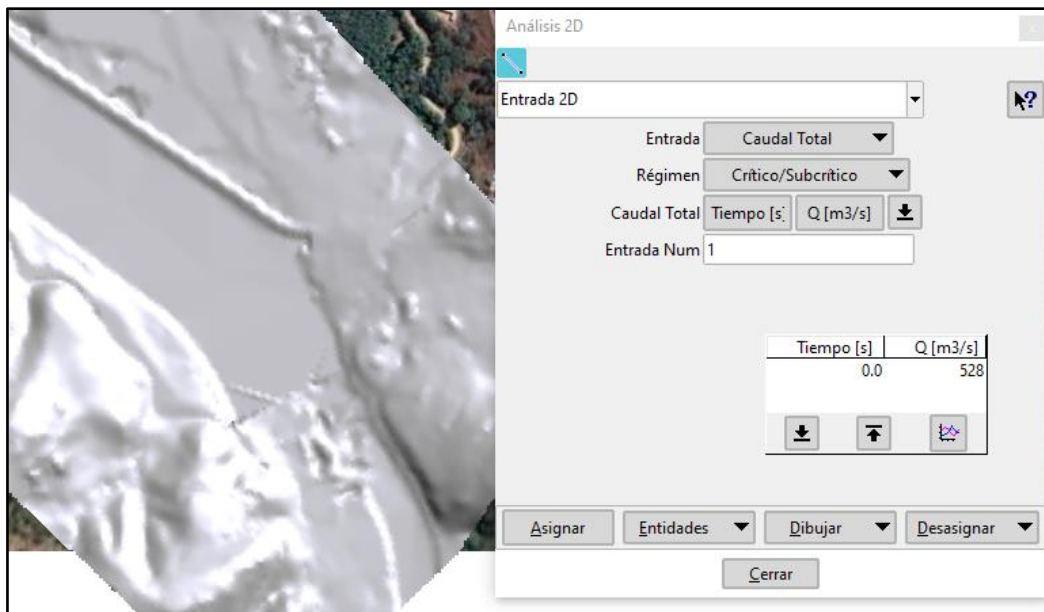


Imagen 16. Ingreso de indicadores de entrada con diseño

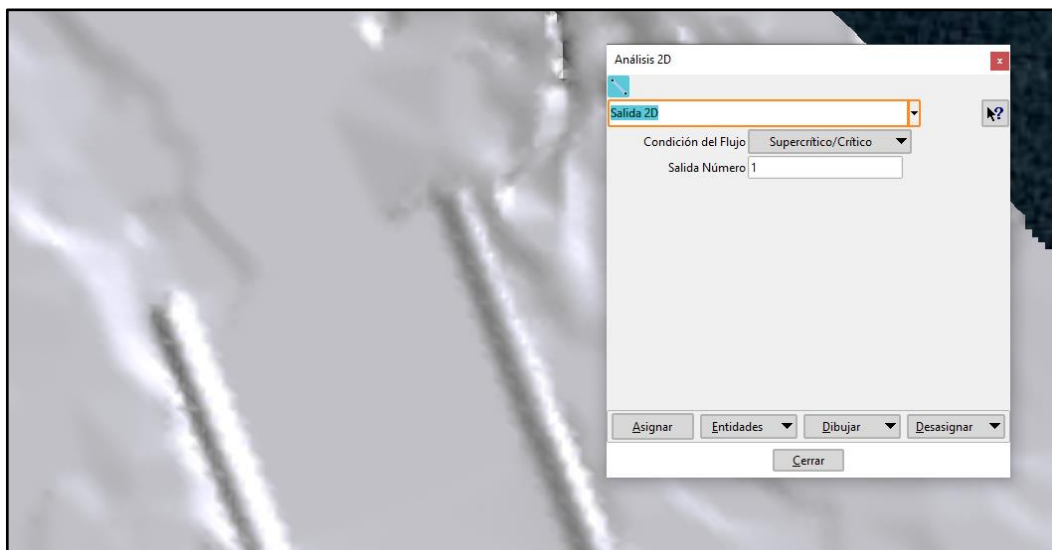


Imagen 17. Ingreso de indicadores de salida con diseño

APLICACIÓN DE ENMALLADO EN EL IBER



Imagen 18. Malla no estructurada Iber 3.1 en quebrada Cabuyal

SUPERFICIE EN IBER



Imagen 19. Superficie

RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRAULICA CFD (COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS)

CALADO (TIRANTE)

El caudal se comporta de la siguiente manera de acuerdo al periodo de retorno establecido para nuestro proyecto que es de 140 años., el calado o tirante promedio de 1.79 a lo largo de nuestro proyecto.

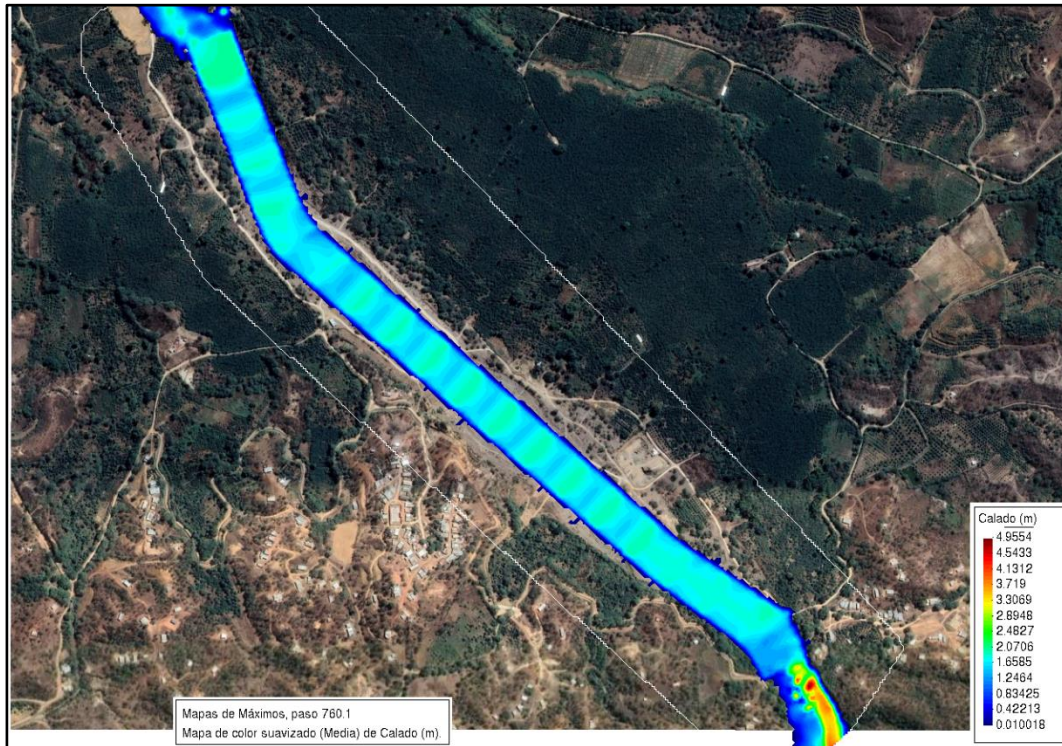


Imagen 20. Calado en Iber con diseño

Realizando secciones transversales en las zonas más representativas del modelo se obtiene lo siguiente:

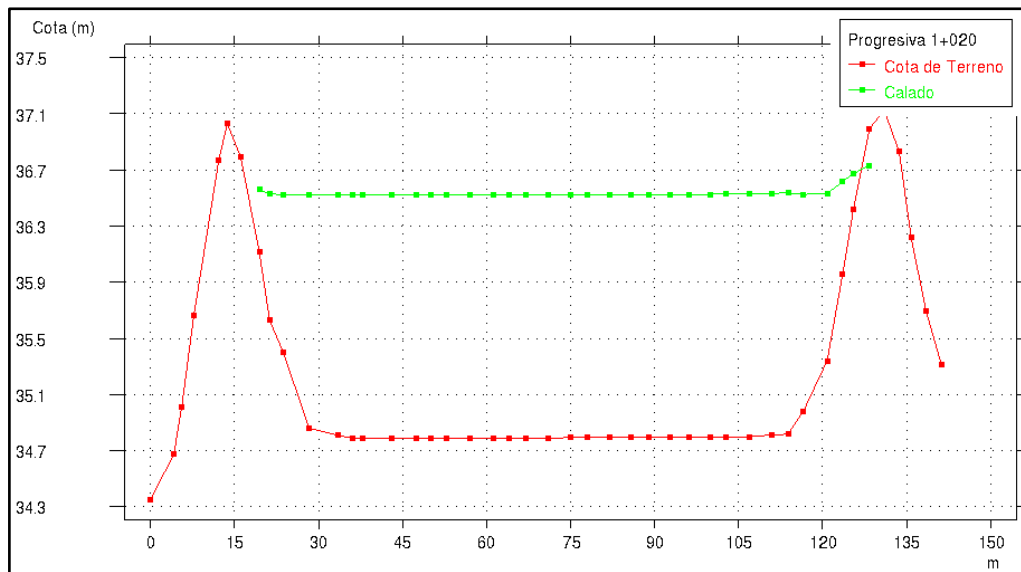


Imagen 21. Sección transversal en progresiva 1+020 con diseño

En todos los gráficos se puede observar que la lámina de agua no rebasa el cauce de la quebrada encauzada con defensa ribereña en ambas márgenes manteniéndose de esa manera estable el curso del flujo en el cauce.

VELOCIDADES MÁXIMAS

La velocidad 3.38 m/s. Cabe señalar que la velocidad siempre está en el centro de la sección transversal.

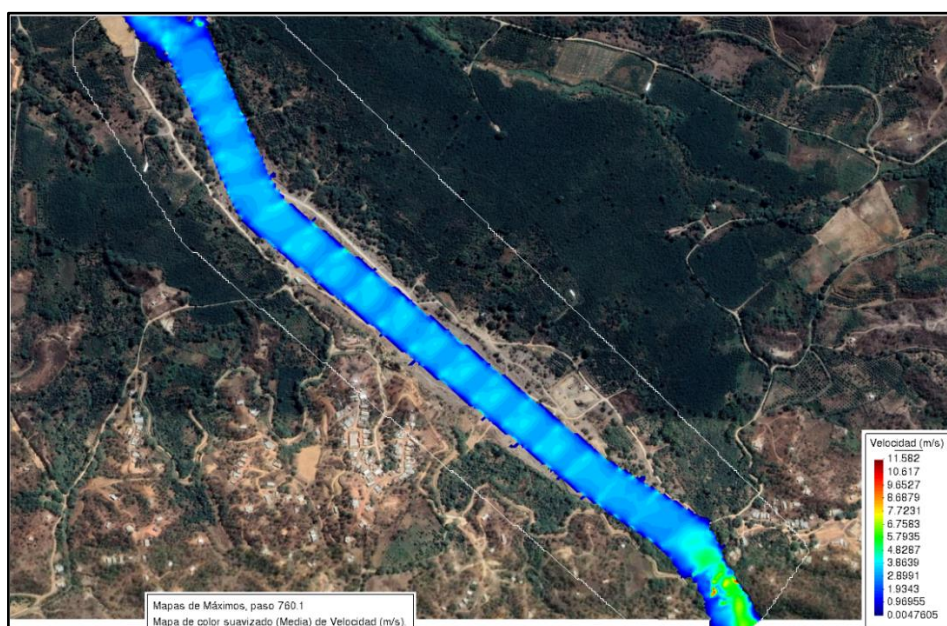


Imagen 22. Velocidad en quebrada Cabuyal con diseño en Iber.



Imagen 23. Froude en quebrada Cabuyal con diseño en Iber.

ANEXO 8: Informe geotécnico



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

INFORME GEOTÉCNICO

TESIS: “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022”



**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

UBICACIÓN:

**REGIÓN : TUMBES
PROVINCIA: TUMBES
DISTRITO : PAMPAS DE HOSPITAL
LUGAR : QUEBRADA CABUYAL**

Tumbes, agosto 2022



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 136833

REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

INFORME GEOTECNICO

TESIS: “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022”

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

GENERALIDADES

I. INTRODUCCION

El Informe Geotécnico, es elaborado con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas del suelo, por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas “A cielo Abierto” y mediante ensayos del laboratorio.

II. UBICACION

El área en estudio se encuentra ubicada en La Quebrada Cabuyal, del Distrito Pampas de Hospital, Provincia y Región Tumbes.



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

III. OBJETIVOS

- DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA EN QUEBRADA CABUYAL.

IV. METODOLOGIA DEL TRABAJO

- Las muestras respectivas de este trabajo de investigación fueron de 2 calicatas teniendo 1Km de distancia con una profundidad respectiva de 3.50mt

V. NORMATIVA

MTCE - 107	(ASTMD 422)	ANALISIS GRANULOMETRICO
MTCE - 110	(ASTMD 1241)	LIMITE LIQUIDO
MTCE - 111	(ASTMD 1241)	LIMITE PLASTICO
MTCE	(ASTMD 2216/NTP339.127)	CONTENIDO DE HUMEDAD
MTCE	(ASTMD 3080)	CORTE DIRECTO



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Merino
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

VI. TRABAJO DE LABORATORIO

TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022"

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

6.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO:

ASTMD – 422

Este ensayo es realizado para determinar el tamaño de los granos, se efectúa utilizando mallas 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, 10, 30, 40, 60, 200; de acuerdo a las normas ASTM, para la clasificación de los suelos.



6.2 CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTMD – 2216

Se define como humedad natural de un suelo, como el peso del agua que contiene, dividido entre el peso seco, expresado en porcentaje.





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

6.3 LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (ASTMD – 423)

Es la cantidad de agua máxima que puede almacenar un suelo expresado en porcentaje con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico, dicho ensayo se determina en la Copa Casa grande.



LIMITE PLASTICO (ASTMD – 424)

El límite plástico es la humedad mínima expresada como porcentaje del peso del material secado al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.



INDICE DE PLASTICIDAD

Es la diferencia que existe entre el límite líquido y el plástico.



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

6.4 ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D – 3080

Este ensayo consiste en la aplicación de fuerzas cortantes y normales en una muestra circular o cuadrada para así encontrar los esfuerzos máximos de corte y con el esfuerzo normal aplicado determinar el ángulo de fricción (ϕ) y la cohesión (c).





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

VII. RESULTADOS DE LABORATORIO

TESIS: “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022”

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

* **CALICATA N° 01 (0.0 – 3.20mt.)**

• **ESTRATO N° 01 (0.0 – 3.20mt.)**

Arena fina mal graduada

Estado poco compacto, húmedo y saturado a medida que se profundiza

S.U.C.S = SP

* **CALICATA N° 02 (0.0 – 3.50mt.)**

• **ESTRATO N° 01 (0.0 – 3.50mt.)**

Arena con poco limo

Estado poco compacto, húmedo y saturado a medida que se profundiza

S.U.C.S = SP-SM

CUADROS DE CLASIFICACION DE SUELO:

CALICATA N°	C1
Profundidad (mts.)	0.0 – 3.20
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	3.0
Limite Liquido	-
Limite Plasticidad	-
Indicé de Plasticidad	N.P
Contenido de Humedad	33.3
Clasificación S.U.C.S.	SP

CALICATA N°	C2
Profundidad (mts.)	0.0 – 3.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	14.0
Limite Liquido	-
Limite Plasticidad	-
Indicé de Plasticidad	N.P
Contenido de Humedad	36.9
Clasificación S.U.C.S.	SP-SM



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022"

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

MUESTRA: ARENA FINA CON POCO LIMO SATURADA (SP-SM)

PROCEDENCIA: C2 – M1 – PROF. 0.0– 3.50mt.

CAPACIDAD PORTANTE

(FALLA LOCAL)

$$Q_c = 1/2CNC + Y D_f N_q + 0.5Y B N_y$$

TIPO DE SUELO	B m	DF m	PARAMETROS GEOMETRICOS			PARAMETROS DE CARGA			Qult Kg/cm2	FS	Qadm Kg/cm2
			γ	\emptyset	C	NC	Nq	Ny			
			Gr/cc	$^{\circ}$	Kg/cm2						
SP	1.20	1.20	1.0	29	0.00	18.0	7.6	3.7	1.13	3	0.38

Donde:

- Qad : Capacidad Portante Admisible
- \emptyset : Angulo de fricción interna
- Y : Densidad Natural (gr/cc)
- C : Cohesión (kg/cm2)
- Df : Profundidad de cimentación (m)
- B : Ancho de zapata (m)
- Nq, Nc, Ny : Factores de capacidad de carga (Función de \emptyset)
- FS : Factor de seguridad



SUELO MAS E.I.R.L.
 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
 CIP: 136833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 218 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022”

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

MUESTRA: ARENA FINA CON POCO LIMO SATURADA (SP-SM)

PROCEDENCIA: C2 – M1 – PROF. 0.00 – 3.50mt.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

A.S.T.M.D – 3080

PESO VOLUMETRICO NATURAL SECO (γ)

<u>Muestra</u> <u>(gr/cm³)</u>	<u>Tipo de Material</u>	<u>Peso Volumétrico sobre el Agua (gr/cm³)</u>	<u>Peso Volumétrico Bajo Agua</u>
C2 – M1	Arena fina mal Graduada	1.8	1.00

DATOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA EN MAQUINA DE CORTE DIRECTO

ESFUERZO

ESPECIMEN	01	02	03
ESFUERZO INICIAL	0.5	1.0	1.5
ESFUERZO DE CORTE MAX. (Kg/cm ²)	0.275	0.55	0.825

RESULTADOS DE GRAFICO

- Angulo de fricción interno = 29°
- Cohesión = 0.00kg/cm²
- Tangente(tgØ) = 0.55



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 136833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
TEL: 522090 - CEL: 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

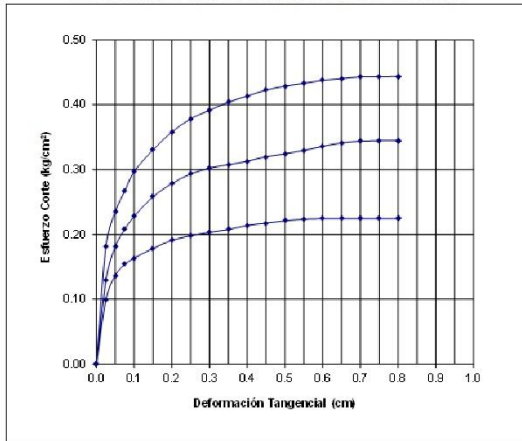
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : REMOLDEADA
Muestra : M1
Calicata : C2
Prof. (m) : 0.00- 3.50mts.
FECHA : Ago-22

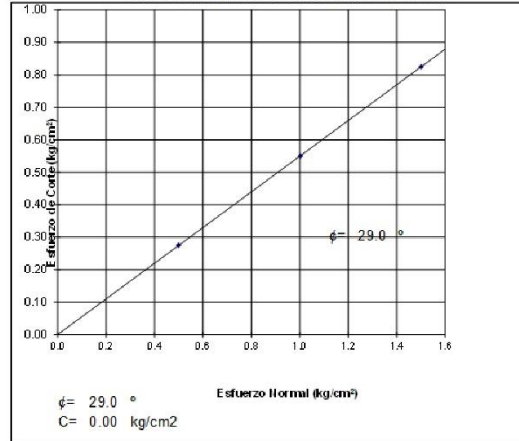
TE SIS: : MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL TUMBES - 20

TE SISTA S: : EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA

TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022"

INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS

MUESTRA : C1

PROFUNDIDAD: 0.0 – 3.20mts.

FECHA : Agosto, 2022

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
3.20	M1		Arena fina mal graduada. Estado compacto, húmedo y saturado a medida que se profundiza. N.F 3.00mt	SP	-



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Marín
CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA


TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022"

INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS

MUESTRA : C2

PROFUNDIDAD: 0.0 – 3.50mts.

FECHA : Agosto, 2022

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
3.20	M1		Arena con poco limo. Estado poco compacto, húmedo y saturado a medida que se profundiza. N.F 3.30mt	SP-SM	-



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



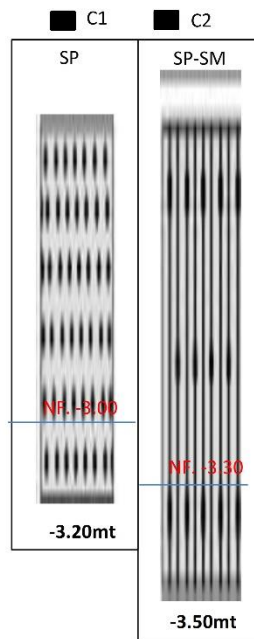
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes



TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022"

INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS

PERFIL LONGITUDINAL DEL SUELO



LEYENDA:

- Arena fina 
- Arena con poco limo 




SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM 9688277 - Tumbes

**TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL
DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL,
TUMBES - 2022"**

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 01



REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL
DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL,
TUMBES - 2022”**

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

VISTA PANORAMICA

CALICATA N° 02



SUELOMAS-E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



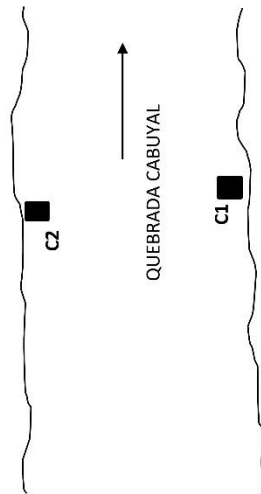
**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL
DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL,
TUMBES - 2022”**

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil *Fernando Renato Vargas Morán*
CIP: 138833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: “MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022”

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

MUESTRA : ARENA FINA MAL GRADUADA

PROCEDENCIA: C1 – MI/ PROF. 0.0 – 3.20mt.

CAPACIDAD PORTANTE

(FALLA LOCAL)

$$Q_{ad} = 1/2CNC + Y D_f N_q + 0.5 Y B N_y$$

TIPO DE SUELO	B m	DF m	PARAMETROS GEOMETRICOS			PARAMETROS DE CARGA			Quit Kg/cm2	FS	Qadm Kg/cm2
			γ	∅	C	Nc	Nq	Ny			
			Gr/cc	°	Kg/cm2						
CL	1.20	1.20	1.0	29	0.01	18	7.6	3.7	1.22	3	0.40

Donde:

- Qad : Capacidad Portante Admisible
- ∅ : Angulo de fricción interna
- Y : Densidad Natural (gr/cc)
- C : Cohesión (kg/cm2)
- Df : Profundidad de cimentación (m)
- B : Ancho de zapata (m)
- Nq, Nc, Ny : Factores de capacidad de carga (Función de ∅)
- FS : Factor de seguridad



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 136633



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022"

**INTEGRANTES: EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS**

MUESTRA : ARENA FINA MAL GRADUADA

PROCEDENCIA: C1 - MI/ PROF. 0.0 - 3.20mt.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

A.S.T.M.D - 3080

PESO VOLUMETRICO (V)

- Peso de Anillo = 40.3gr.
- Peso de Anillo + muestra = 124.9gr
- Peso de Muestra = 84.6gr
- Volumen del Anillo = 50.32cm³
- Peso Volumétrico = 1.68gr/cm³

DATOS OBTENIDOS DE LA MUESTRA EN MAQUINA DE CORTE DIRECTO

ESFUERZO

ESPECIMEN	01	02	03
ESFUERZO INICIAL	0.5	1.0	1.5
ESFUERZO DE CORTE MAX. (Kg/cm ²)	0.285	0.56	0.835

RESULTADOS DE GRAFICO

- Angulo de fricción interno = 29°
- Cohesión = 0.01kg/cm²
- Tangente (tgØ) = 0.55



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

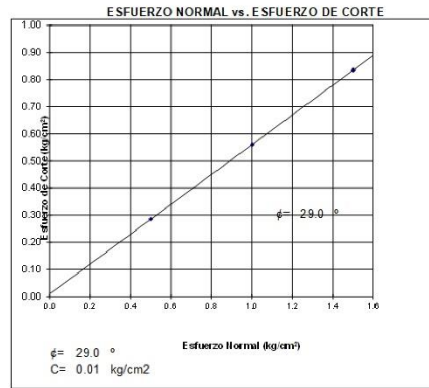
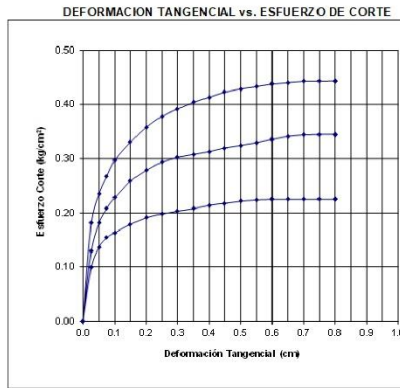
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : REMOLDEADA
Muestra : M1
Calicata : C1
Prof. (m) : 0.00- 3.20mts.
FECHA : Ago-22

TE SIS: : MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022

TESISTA: : EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 136833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

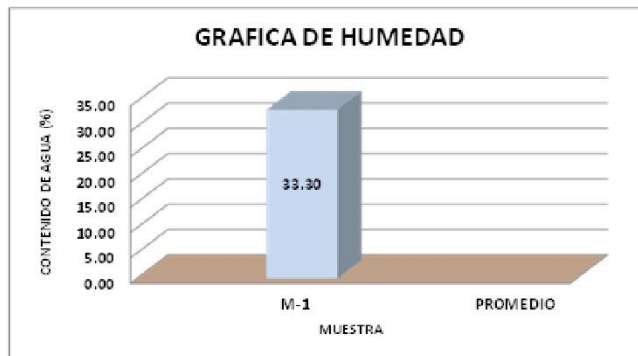
JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBERENA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022

INTEGRANTES EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS

CALICATA N°01 **FECHA :** Ago-22

HUMEDAD NATURAL					
MUESTRA			M-1		PROMEDIO
Nº DE TARRO					
P. DEL TARRO (gr)			170.00		
TARRO+S. HUMEDO (gr)			670.00		
TARRO+S. SECO (gr)			545.00		
P. DEL S. HUMEDO (gr)			500.00		
P. DEL S. SECO (gr)			375.00		
P. DEL AGUA (gr)			125.00		
% DE HUMEDAD			33.30		
HUMEDAD PROMEDIO (%)					



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Marin
CIP: 136833

REGISTRO: INDECOPI – RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

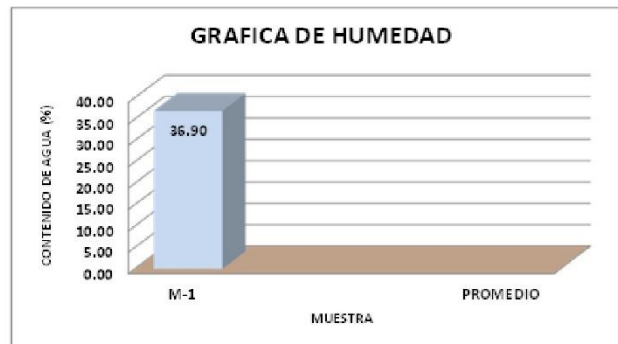
JR. CAHUIDE N° 218 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBERENA, DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022

INTEGRANTES EDGARD NILSON RAMIREZ COVEÑAS
YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS

CALICATA N°02 FECHA : Ago-22

HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA		M-1	PROMEDIO
Nº DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170,00	
TARRO+S. HUMEDO (gr)		670,00	
TARRO+S. SECO (gr)		425,00	
P. DEL S. HUMEDO (gr)		500,00	
P. DEL S. SECO (gr)		365,00	
P. DEL AGUA (gr)		135,00	
% DE HUMEDAD		36,90	
HUMEDAD PROMEDIO (%)		36,90	



SUELOMAS E.I.R.L.
 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
 CIP: 138833

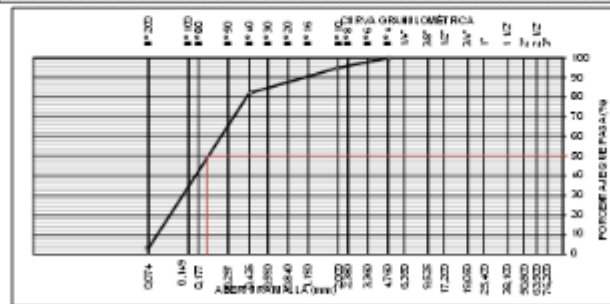
REGISTRO: INDECOPI - RESOLUCION N° 021280



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TE 88 :		MOCLAMIENTO HORAJALICO DE LA OBRERA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA BERBERIA, DISTRITO DE FAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022						
INTEGRANTE S:		EDGARD NELSON RAMIREZ COVENAS YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS						
FECHA :		Agosto, 2022						
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO								
N°	ABERTURA (mm)	PESO RETEN. (g)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						Materia arena fina mal graduada	
2 1/2"	63.500							
2"	50.800						Procedimiento: C1 - M1	
1 1/2"	38.100						Profundidad: 0.0 - 3.20ms	
1"	25.400							
3/4"	19.050						PESO TOTAL (Mo) = 300gr	
1/2"	12.700							
3/8"	9.525						PORCENTAJE DE AGREGADO	
1/4"	6.350							
N° 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0		Grava: 5%	
N° 6	3.350						Arena: 91%	
N° 8	2.380						Fina: 3%	
N° 10	2.000	15.0	5.0	5.0	95.0			
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							
N° 30	0.590	21.0	7.0	12.0	88.0			
N° 40	0.426	18.0	6.0	18.0	82.0			
N° 60	0.257	24.0	8.0	26.0	74.0			
N° 80	0.177							
N° 100	0.149							
N° 200	0.074	213.0	71.0	97.0	3.0			
Total								
CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECÁNICA DE LA MUESTRA								
Límite Líquido (%)							Humedad (%)	33.33
Límite Plástico (%)								
Índice de Plasticidad (%)		N.P.						
Clasificación		SUICSA AASHFTO					SP	



D50= 0.237



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 218 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 529090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TEMA: MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSAS BARRERA.
DISTRITO DE PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES - 2022

INTEGRANTE: EDGARDO NILSON RAMIREZ COVEÑAS
 YELICE MARITZA SAAVEDRA OLIVOS

FECHA: Agosto, 2022

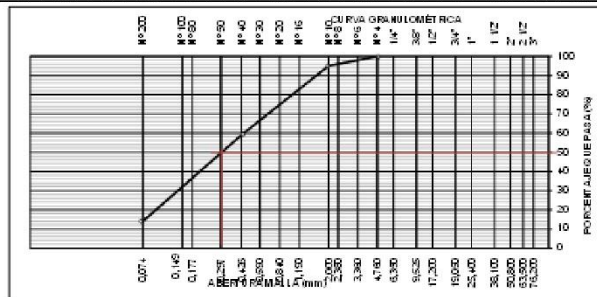
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO						
Nº MALLA	ÁREA (cm²)	REJES (g)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	
Nº 6	3.360					
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	15.0	5.0	5.0	95.0	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590	66.0	22.0	27.0	73.0	
Nº 40	0.426	42.0	14.0	41.0	59.0	
Nº 60	0.297	30.0	10.0	51.0	49.0	
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074	105.0	35.0	86.0	14.0	
Total						

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:
 Material: arena fina mal graduada con poca limo
 Procedencia: C2 - M1
 Profundidad: 0.0 - 3.50 mt.

PESO TOTAL (Mo) = 300 gr

PORCENTAJE DE AGREGADO
 Grava: %
 Arena: 86%
 Fines: 14%

Característica Física y Mecánica de la Muestra:
 Límite Líquido (%):
 Límite Plástico (%):
 Índice de Plasticidad (%): N.P.
 Clasificación: SUCS: SP-SM; AA SHTO



D50 = 0.297



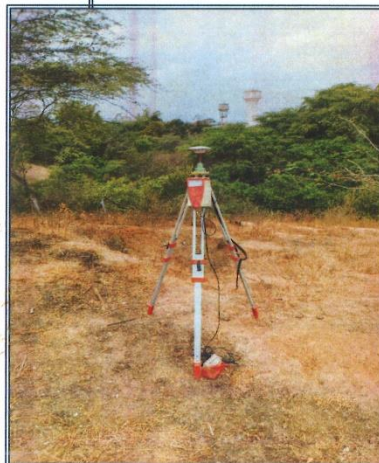
SUELO MÁS E.I.R.L.
 Ing. Civil Fernando Renato Vargas Merino
 CIP: 138833

ANEXO 9: Medición y georreferenciación de puntos de control con el uso de GPS geodésicos de doble frecuencia .

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

MEDICIÓN Y GEOREFERENCIACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL CON EL USO DE GPS GEODESICOS DE DOBLE FRECUENCIA



PROYECTO:

“Modelamiento hidráulico de la quebrada Cabuyal para el diseño de defensa ribereña, distrito de Pampas de Hospital, Tumbes, 2022”

TUMBES - CABUYAL - 2022


Jorge Antonio Solís Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS, BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

CONTROL GEODÉSICO

MEDICIÓN DE DOS PUNTOS DE CONTROL DE ORDEN "C", CON EL USO DE GPS GEODÉSICO DE DOBLE FRECUENCIA POR EL MÉTODO ESTÁTICO





Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

TUMBES - 2022

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS,
BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

MEDICIÓN DE DOS PUNTOS DE CONTROL DE ORDEN “C”, CON EL USO DE GPS DIFERENCIAL DE DOBLE FRECUENCIA POR EL MÉTODO ESTÁTICO

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN
OBJETIVOS
DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES
UBICACIÓN DEL PROYECTO
EQUIPOS DE INGENIERÍA E INSTRUMENTOS
GEODESIA
CONTROL HORIZONTAL
CONTROL VERTICAL
DATUM PLANIMÉTRICO U HORIZONTAL
DATUM ALTIMÉTRICO O VERTICAL
UNIDADES DE MEDICIÓN
PROCEDIMIENTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS GEODÉSICOS
POST PROCESO Y AJUSTE
PRODUCTOS
CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
FICHA IGN
PANEL FOTOGRÁFICO
REPORTE DE AJUSTE DE REDES



Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 82908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS,
BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

MEDICIÓN DE DOS PUNTOS DE CONTROL DE ORDEN "C", CON EL USO DE GPS GEODESICOS DE DOBLE FRECUENCIA POR EL MÉTODO ESTÁTICO

INTRODUCCIÓN

Se ha realizado la medición y georreferenciación de puntos de control de control, para el control fotogramétrico, con el uso de GPS Geodésico de doble frecuencia, en modo Estático Diferencial, desde el punto de la Estación de Rastreo Permanente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), denominado TUM 02, de orden "0", el cual se encuentra ubicado en la Dirección Regional de Agricultura – Gobierno Regional de Tumbes, dicha medición se ha realizado el día viernes 26 de agosto del 2022, en un área del proyecto ubicada en la quebrada Cabuyal.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene por objetivo:

- Medición y georreferenciación de puntos de control, mediante el uso de GPS Geodésico de doble frecuencia, marca Leica System 530, en modo Estático Diferencial.

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Las actividades desarrolladas consistieron en el establecimiento del marco geodésico de referencia del proyecto, la cual consistió en lo siguiente:

- Planeamiento y medición con GPS Geodésico de doble frecuencia en modo estático de los dos puntos de control que componen la Red Geodésica del proyecto compuesta por dos puntos de control, esta actividad se desarrolló el día viernes 26 de agosto del 2022.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado:

- Sector : Becerra
- Distrito : Pampas de Hospital
- Provincia : Tumbes
- Departamento : Tumbes


Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

EQUIPOS DE INGENIERÍA E INSTRUMENTOS

- Dos Receptores GPS marca Leica, modelo System 530, de doble frecuencia.
- Trípodes.

GEODESIA

Para el establecimiento de la Red Geodésica se desarrollaron las actividades relacionadas al registro de puntos GPS (Global Position System) distribuidos a lo largo del proyecto y enlazados al Sistema Geodésico Oficial del Perú.

El registro de los puntos GPS se realizó por medio de la aplicación del método Estático en las actividades de campo y proceso en gabinete, obteniéndose como resultado las coordenadas de los vértices de la red de los puntos de control del proyecto.

La metodología desarrollada consistió en lo siguiente:

CONTROL HORIZONTAL

Se realizó con el uso de equipos de sistema de posicionamiento global por satélite GPS, mediante metodología DIFERENCIAL modalidad ESTÁTICO, lo cual consiste en captar información de mínimo cinco satélites en cada vértice

Los valores se obtuvieron en coordenadas geográficas y coordenadas en proyecciones Universal Transversal de Mercator bajo el marco de referencia ITRF-2000, enlazada al vértice de la Red Geodésica Horizontal Oficial del Instituto Geográfico Nacional.

CONTROL VERTICAL

Se realizó con el uso de equipos de sistema de posicionamiento global por satélite GPS, mediante metodología DIFERENCIAL modalidad ESTÁTICO.

Los valores a obtenidos son alturas ortométricas, respecto al geoide de referencia EGM2008, de acuerdo a la metodología empleada.

DATUM PLANIMÉTRICO U HORIZONTAL

Los trabajos topográficos están referidos al Sistema de Referencia WGS84, en proyección UTM, Huso 17, partiendo de la Red Geodésica Horizontal Oficial del IGN sustentada en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 (ITRF2000).



Jorge Antonio Solís Castro
INGENIERO AGRICOLA
CIP: 83908

DATUM ALTIMÉTRICO O VERTICAL

Las cotas de los trabajos efectuados están referenciados a la altura ortométrica obtenida a partir de la altura elipsoidal y el modelo geoidal EGM2008 con referencia a WGS84 de acuerdo al National Geospatial-Intelligence Agency (NGA). Los resultados se obtienen de la cuadrícula 1x1 minuto de la ondulación del Geoido.

UNIDADES DE MEDICIÓN

Se utilizó como unidad de medida angular el sistema sexagesimal, las distancias se expresan en metros.

PROCEDIMIENTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PUNTOS GEODÉSICOS

El procedimiento para el desarrollo de las lecturas geodésicas estáticas consistió en las siguientes actividades:

Registro de datos de la Red Base

Las coordenadas y la altura de los puntos de control de la Red Base, se obtuvieron a partir de los registros de lecturas geodésicas a partir del punto de orden "0" denominado TUM02, el cual se encuentra ubicado en la Dirección Regional de Agricultura de Tumbes, los registros de la estación del punto de la Red Base instalados en la zona, colectando simultáneamente en el mismo periodo de tiempo.

De esta manera se estableció los puntos de control de la red: **GPS 1**.

La información recepcionada por las estaciones, se almacenó en colectores de datos de similares características y luego se descargaron en un computador.

ESTACIÓN GPS BASE UTILIZADA

COORDENADAS GEOGRAFICAS SISTEMA WGS 1984 GPS TUM02			
LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	Hgt. Ellip	Orden
03° 33' 39.40863" S	80° 27' 28.64861" W	18.7263	"0"
COORDENADAS GEODESICAS U.T.M. SISTEMA WGS 1984 GPS TUM02			
ESTE	ESTE	Hgt. Ortométrica	Orden
560200.9319	9606385.6093	11.0200	"0"

Las operaciones de campo se realizaron el día 26 de agosto del 2021, desde la Estación de Rastro Permanente del Instituto Geográfico Nacional (IGN), denominado TUM 02, de orden "0", el cual se encuentra ubicado en la Dirección Regional de Agricultura – Gobierno Regional de Tumbes, este punto sirvió como base, para georreferenciar por método Estático los puntos denominados **GPS 1**.


Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

POST PROCESO Y AJUSTE

Para el post proceso y ajuste de los puntos de Control GPS, se usó el software **Trimble Business Center**, y su corrección diferencial logró precisiones relativas al milímetro en coordenadas UTM.

COORDENADAS GEOGRAFICAS SISTEMA WGS 1984			
NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	Hgt. Elip.
GPS 1	03°44' 16.30520" S	80°24' 34.09483" W	51.6654

COORDENADAS GEODESICAS U.T.M. SISTEMA WGS 1984			
NOMBRE	ESTE	NORTE	Hgt. Ortom.
GPS 1	565573.4246	9586825.9685	41.1877

EQUIPOS UTILIZADOS

Durante el periodo de lecturas, se utilizaron dos (2) receptores diferenciales GPS L1/L2, marca Leica System 500 (base y rover), recepcionando las ondas de radio emitidas por los satélites simultáneamente.




Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS,
BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

Configuraciones - Especificaciones Técnicas:

ESPECIFICACIONES TECNICAS	02 EQUIPOS LEICA SYSTEM 500
Tipo de Receptor	Doble frecuencia Geodésico RTK
Modo de Lecturas	Estático, Kinematic, RTK
Doble Frecuencia	L1/L2-CA-P Code-Carrier-GPS
Antena	AT 502
Precisión en modo Dif. Estático	$\pm 0.003m + 1 \text{ ppm rms}$
Intervalo de Registro/Observación	1 seg.
Número de Canales	12/12
Constelaciones	NAVSTAR GPS
Número de Satélites Visibles	> 5
GDOP/PDOP	<6
Conversión Data	Rinex
SNR Mascara	10°

PRODUCTOS

Los principales productos obtenidos son los siguientes:

- Cuadro de coordenadas de puntos de control de Red Geodésica.
- Informe Técnico.

CONCLUSIONES

- Para las lecturas GPS estáticas, se utilizó una estación de orden "0", en la georeferenciación de puntos de control, con fines de verificación y aseguramiento de la calidad de la información GPS colectada.
- En la etapa del post proceso de información GPS, se utilizó el **Trimble Business Center**, para realizar los ajustes y cálculos necesarios para la obtención de las coordenadas de todos los puntos de control que componen la Red Geodésica de Apoyo.
- Los valores de coordenadas y factores de escala de los puntos de control de la Red Geodésica obtenidos en esta etapa constituyen el punto de partida para todo trabajo de Geodesia o Topografía a desarrollarse.
- Todos los trabajos efectuados en adelante guardarán relación con los desarrollados a la fecha ya que se utilizará el mismo sistema geodésico oficial vigente en el proyecto (Sistema de referencia WGS84, ITRF2000).


Jorge Antonio Solís Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

- Lo puntos de Red de Apoyo tienen precisión horizontal 1:100,000 (orden "C").

RECOMENDACIONES

- Se recomienda verificar periódicamente el estado físico de los puntos de la Red Geodésica establecida ya que, debido a factores climatológicos, movimientos de tierra, tránsito de vehículos y personas, alguno de los monolitos establecidos podría alterarse en su posición, originándose una mala referencia.
- Para futuros trabajos a desarrollarse, es probable que se requiera densificar la Red Geodésica o reponer puntos de control averiados, por lo cual, se debe registrar siempre tomando como base dos puntos de la Red establecida.

BASES Y ESTÁNDARES

- Proyecto de Normas Técnicas de Levantamientos Geodésicos del Instituto Geográfico Nacional. Lima diciembre de 2015.





Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS,
BATIMETRIA, DRONE, GIS.

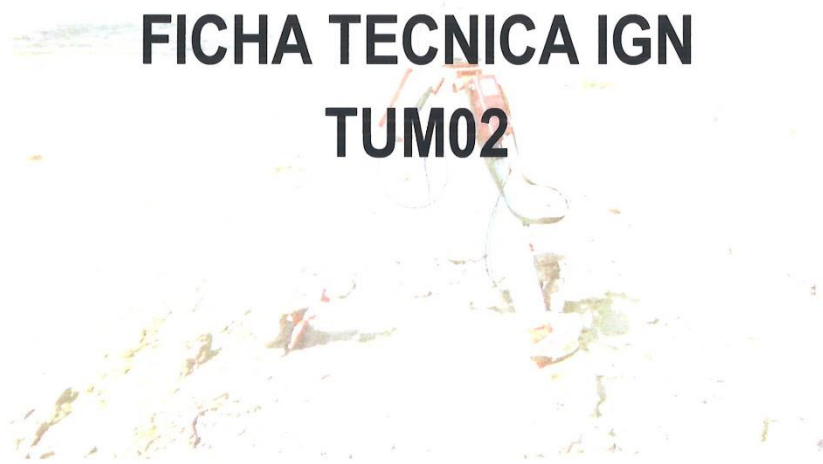
email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

FICHA TECNICA IGN TUM02





Jorge Antonio Solís Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908



CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS,
BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

		INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO			
3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:					
Sistema de referencia: GRS80 / WGS84			Marco de referencia: ITRF2000		
3.1. GEODÉSICAS:					
Latitud (S)		Longitud (O)			
03° 33' 39.40863"		80° 27' 28.64861"			
Altura Elipsoidal (m)		Factor de escala combinado			
18.7263		0.999644858447			
3.2. CARTESIANAS					
X (m)		Y (m)		Z (m)	
1055287.2403		-6277846.1257		-393501.9254	
3.3. UTM					
Este (m)			Norte (m)		
560200.9319			9606385.6093		
Zona: 17 Sur					
4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS					
4.1. RECEPTOR:					
Modelo:		NET R9 TRIMBLE, Doble frecuencia			
N° de serie:		5742R51251			
Versión del firmware:		4.41			
Fecha de instalación:		10 de abril de 2019			
Ubicación del receptor:		El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada a la pared, ubicado en la Dirección de Saneamiento de la Propiedad Rural de la mencionada institución.			
4.2. ANTENA:					
Modelo:		Zephyr Geodetic Model 3 (L1,L2) Trimble			
N° de serie:		1551000406			
Cubierta protectora:		con domo			
Medición de la antena:		ARP			
Altura de la antena:		0.0950 m			
Fecha de instalación:		10 de abril de 2019			
Ubicación de la antena:		La antena se encuentra ubicada en el techo de la mencionada institución.			
ESTADÍSTICO: Ing. Jorge Solis Castro - FECHA: 10/04/2019 - HORA: 15:30 - FAX: 011 426 12 51 - CEL: 971 803 465 - TU02 2 4					


Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
EIP: 68908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS, BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465




Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO		
Área de mantenimiento:	DPG	
Área de control:	DPG	
Área de procesamiento:	DPG	
Observables:	L1, L2, C1, P2	
Intervalo de registro:	5 seg	
Mascara de elevación:	5°	
Archivo diario:	24 HRS	
Formato de archivo nativo:	*T01	
Datos para el procesamiento:	14 al 27 de abril de 2019	
Tipo de órbita:	Efemérides precisas finales	
Archivo procesado:	Rinex 2.11	
Software de procesamiento:	Gamit / Globk V 10.7	
Procesador y analista GNSS:	Mario César Mendoza Del Aguila	
Revisado por:	CAP EP Rogger Montoya Monroy	
7. CONTACTOS		
Oficina:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Dirección:	Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú	
Teléfono:	4759960 / 4753030 Anexo 120	
Correo:	cpg@ign.gob.pe / cpg_ign@hotmail.com	
Web site:	http://209.45.65.186/rastreo_permanente	
		
USUARIO: Ing. Christian Quesada Espinoza - FECHA: 05/20/19 15:10 - FACTOR: 1.0000000000000000 - TT: 02 4 4		


Jorge Arterio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS, BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

PANEL FOTOGRÁFICO

GPS 1


Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS,
BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO





Jorge Arlen Solís Castro
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP: 83908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS,
BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

ING. JORGE SOLIS

INGENIERIA TOPOGRAFÍA, GEODESIA, GPS, GIS, DRONE, EQUIPO Y PERSONAL TÉCNICO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS GNSS UTILIZADOS

Alta tecnología

- Doble frecuencia y RTK
- Tecnología ClearTrak™
- Rastreo perfecto
- Resistente a la interferencia de señal
- Reducción del efecto multitrayectoria
- Intervalo de la actualización de la posición de 10Hz
- Retraso en la obtención de la posición < 0.03 seg.

La mayor precisión

- Solución de ambigüedades OTF rápida y fiable
- Precisión centimétrica RTK
- 5mm + 0.5ppm para estático rápido
- 3mm + 0.5ppm para estático

Sistema modular

- Pequeño, ligero y robusto
- Fácil de usar
- Terminal opcional
- Conector para radio módem y teléfono GSM
- Selección de antenas
- Baterías insertables
- Tarjetas PCMCIA flash

Todos los modos de medición

- Cinemático en tiempo real
- Estático, estático rápido
- Parar y seguir, cinemático
- Cinemático OTF
- DGPS y Navegación
- Post-proceso

Diversas Interfaces

- Cuatro puertos de comunicación
- Salida NMEA
- Ingreso de datos ASCII
- Salida PPS y marca de tiempo
- Comandos OWI

Para todo tipo de aplicaciones

- Control Geodésico
- Control terrestre para fotogrametría
- Levantamientos de detalle y topográficos
- Levantamientos catastrales
- Levantamientos para sismica
- Construcción e Ingeniería
- Raplanteo
- Minería
- Control de maquinaria
- Hidrografía
- Cartografía GIS
- Estaciones de referencia
- Control de superficies y volúmenes
- Redes geodésicas
- Fotografía aérea

Receptor Geodésico SR530 para Tiempo Real 12 L1 + 12 L2, Código C/A, Código P, RTK



The image shows two pieces of Leica equipment. At the top is the SR530 geodetic receiver, a rectangular white device with various ports (POWER, ANTENNA, PORT 2/PWR, PORT 1) and a 'ON/OFF' button. Below it is the GPS SYSTEM 500 handheld device, which has a red keypad and a white display screen. The Leica logo is visible on both devices.



Jorge Antonio Solis Castro
INGENIERO AGRICOLA
CIP: 83908

CARRETERAS, CANALES, CONTROLES GEODESICOS, POSICIONAMIENTO, LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS, BATIMETRIA, DRONE, GIS.

email: jorgesolis170@gmail.com

CELULAR : 971803465

s: SR530 dual-frequency, geodetic, real-time-kinematic receiver

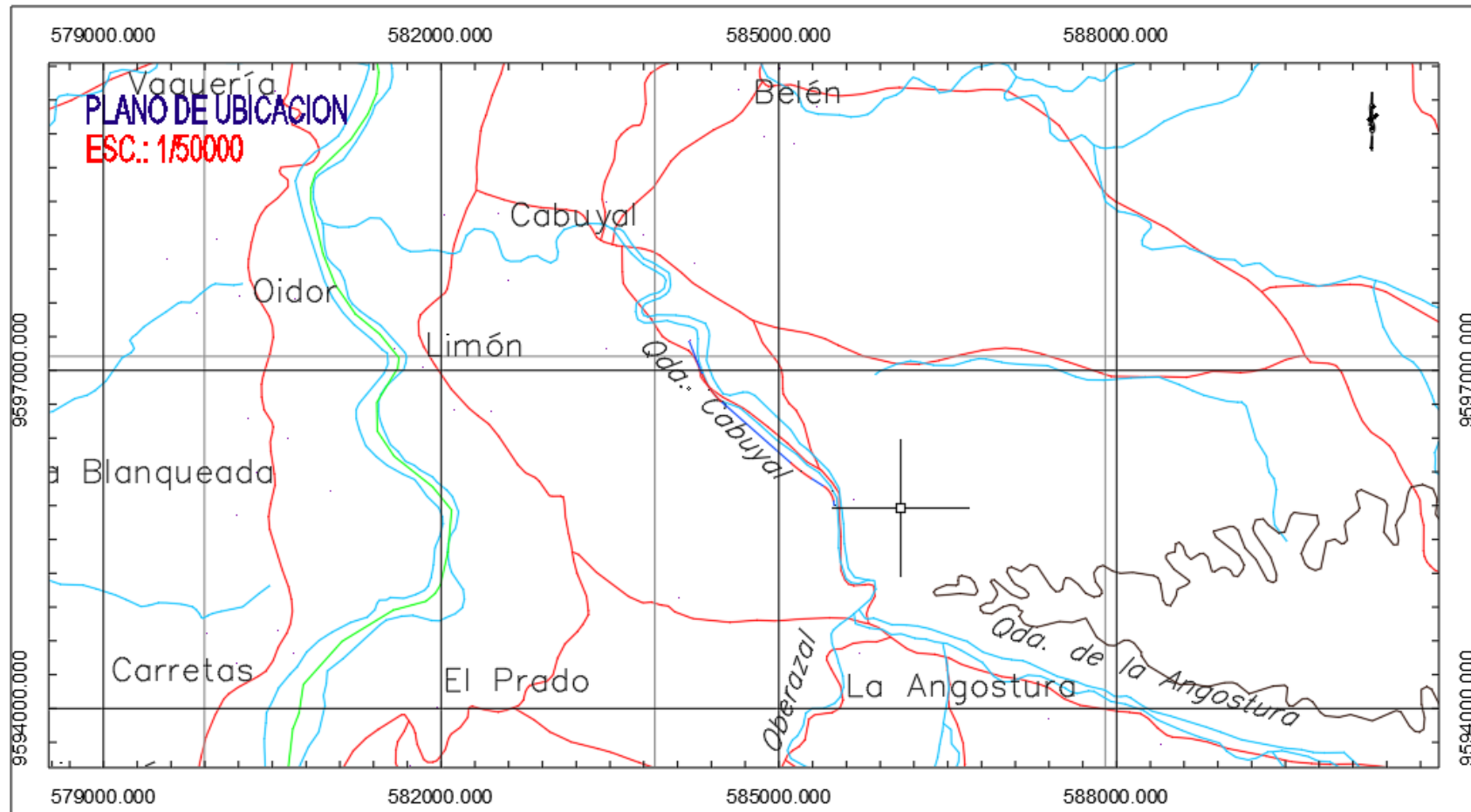


Modes and applications	Static, Rapid Static, Kinematic, On The Fly Real Time RTK, DGPS/RTCM, Post Processing
12 L1 channels	Full phase, C/A narrow code, precision code
12 L2 channels	Full phase, P code, P-code-aided under AS
Power and weight	Nominal 12VDC. 7W for SR530 + terminal. Wt. 1.25kg
AT502 antenna	L1/L2 microstrip, built-in groundplane, 0.4kg
Baseline rms with RTK	Stationary, after initialization: 5mm + 0.5ppm (rms) Moving, after initialization: 10mm + 1ppm (rms)
Baseline rms with post processing using SKI-Pro software	Static, long lines, long observations: 3mm + 0.5ppm (rms) Rapid static: 5mm + 0.5ppm (rms) Kinematic/moving after initialization: 10mm + 1ppm (rms)
Baseline rms DGPS/code	DGPS/RTCM and code only: typically 25cm (rms)
Note on baseline rms	Baseline rms = accuracy in position Accuracy in height = 2 x accuracy in position
Figures are for normal to favorable conditions	Figures also depend on number of satellites, geometry, observation time, ephemeris, ionosphere, multipath etc.
On The Fly RTK initialization	Time: typically 10 secs. Reliability better than 99.99%. Range: typically 10km with low-power radio. Up to 30km with high-power radio or GSMphone in favorable conditions
TR500 terminal	Display: 12 lines of 32 characters. Weight 0.4kg
Data recording, selectable 0.1 to 60 secs. rec. rate	PCMCIA ATA flash cards: 8MB, 16MB, 96MB Optional internal memory: 8MB, 16MB
16MB capacity (Divide/2 for 8MB; Multiply x 6 for 96MB)	About 625 hours at 15 sec rate, 2500 hours at 60 sec About 16 000 real time positions
GEB121 battery, 2 batteries plug into SR530	3.6Ah/6V. 2 GEB121 power SR530 + terminal for about 6 hours. GEB121: weight, 0.35kg
External power supply	GEB71 7Ah/12V external battery or any 12V source
Operation without terminal	Automatic on switching ON, 3 LED status displays
Operation with terminal	Menu driven, two-level operating system
Operating modes	Survey, stakeout, navigation, RTK, RTCM, timer
Coordinate displays	Geog: Lat, Long, Ht Cartesian: X, Y, Z Grid: E, N, Ht
Stakeout display	Graphical with zoom. Digital. Polar and orthometric.
Stakeout accuracy	10mm + 1ppm at 10Hz (0.1sec) update rate
Position update rate	10Hz (0.1 sec). Latency <0.03sec.
Standard programs	Coordinate geometry. Areas. Lines/grids/slopes. Hidden point.
Optional programs	RoadPlus, Quick Slope, DTM Stakeout
Coordinate systems	Ellipsoids, projections, transformations, geoidal models
Environmental:	Operation Storage
Receiver, terminal etc	-20 deg. C to +55 deg. C -40 deg. C to +70 deg. C
Antenna	-40 deg. C to +75 deg. C -40 deg. C to +75 deg. C
SKI-Pro software	Professional Office Support Software
Not protected, run without software-protection key	Planning, management, transfer, ASCII import/export, view/edit, coding, reporting, help
Protected options, need software-protection key	Data processing, datum/map/transformation, design/adjustment, GIS/CAD export, RINEX import

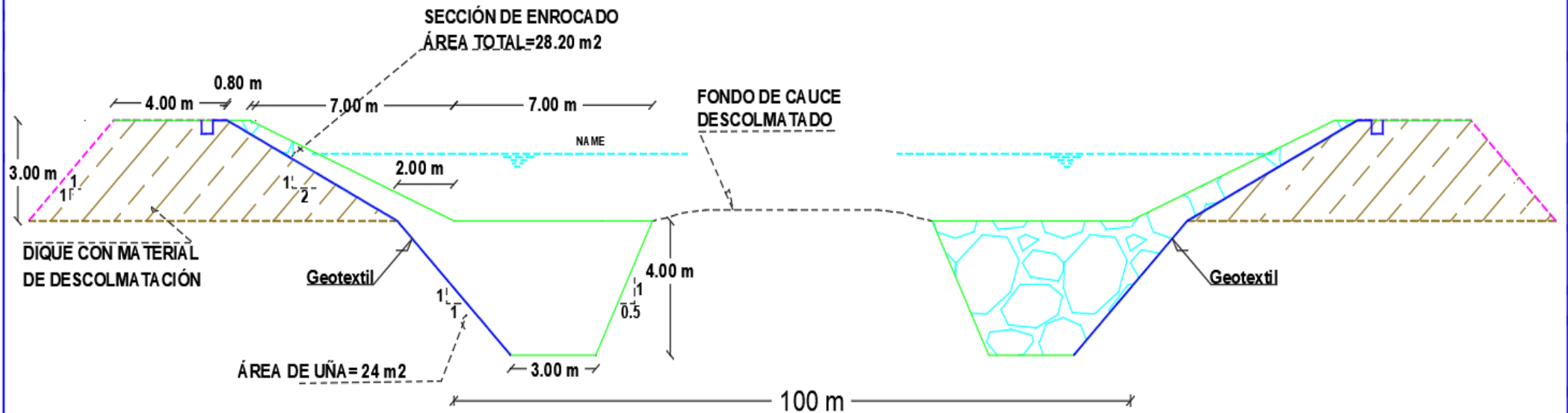
Jorge Solis
Jorge Antonio Solis Castro
 INGENIERO AGRICOLA
 CIP: 83908

ANEXO 10: Planos

Plano de Ubicación de Quebrada Cabuyal



DISEÑO DE CAUCE CON ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA CABUYAL PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, DISTRITO PAMPAS DE HOSPITAL, TUMBES 2022", cuyos autores son RAMIREZ COVEÑAS EDGARD NILSON, SAAVEDRA OLIVOS YELICE MARITZA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 28 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 28-11- 2022 23:30:56

Código documento Trilce: TRI - 0459797