REPOSITORIO
ACADEMICO
USMP

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE PRESAS DE CONTROL DE AVENIDAS PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA

PRESENTADA POR
CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA

ASESORES
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ
2023

CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE PRESAS DE CONTROL DE AVENIDAS PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA

TESIS PARA OPTAR

EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA

ASESORES:

MG. ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO

MG. JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA

LIMA, PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis en primera instancia va dedicado a Dios porque permitió que pueda realizar este trabajo. En segunda instancia, dedico a mi hija, Ayra Cataleya Gutierrez Garcia, que fue la inspiración para poder culminar la tesis, su sonrisa y sus palabras me dieron esas fuerzas y voluntad para culminar mi trabajo y ser un ejemplo para ella, enseguida a mi familia política y sanguínea que me apoyaron en todos estos años de estudio, que siempre han estado pendientes de mi en los momentos malos y buenos.

Claudio Arnaldo Gutierrez Colca

AGRADECIMIENTO

Agradezco dios y a todas aquellas personas que influyeron en mí, para la realización de la tesis, a mi familia política y sanguínea por su incondicional apoyo.

Agradezco también a mis mentores Mg. Ernesto Antonio Villar Gallardo y Mg. Juan Manuel Oblitas Santa María, quienes inculcaron sus conocimientos para que pueda aplicar todas las recomendaciones en este trabajo, por las veces que he recibido corrección y que fue por el bien de este trabajo.

A mis profesores que durante los años de estudio guiaron mi camino y me ayudaron a ser mejor persona.

Del mismo modo agradezco a mi casa de formación USMP, que me han llevado a lo que soy ahora.

Claudio Arnaldo Gutierrez Colca

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN **12**

ABSTRACT **13**

INTRODUCCIÓN **15**

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes 17

1.2 Fundamentación del problema 21

1.3 Planteamiento del problema 23

1.4 Impactos potenciales 23

1.5 Importancia y Fundamentación 25

1.6 Limitaciones 26

1.7 Viabilidad 26

1.8 Bases teóricas 27

1.9 Definición de términos 59

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de objetivos 61

2.2 Hipótesis 61

2.3 Variables 62

2.4 Operacionalización de variables 62

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño 63

3.2 Población y muestra 64

3.3 Instrumentos y técnica 71

3.4 Procedimiento 76

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Parámetros hidrológicos 81

Pág.

4.2 Parámetros hidráulicos 111

4.3 Parámetros geotécnicos 123

4.4 Pre dimensionamiento de presa de control 147

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Contrastación de hipótesis 185

5.2 Contrastación de antecedentes 189

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Valores típicos de capacidad portante	42
Tabla 2: Granulométrica	44
Tabla 3: Característica de rugosidad	50
Tabla 4: Operaciones de variables	62
Tabla 5: Rutas y accesos al área de estudio	69
Tabla 6: Localización del área de intervención	77
Tabla 7: Proceso de parámetros hidrológicos	81
Tabla 8: Registro de precipitaciones máximas mensual	91
Tabla 9: Tes de bondad de ajuste	96
Tabla 10: Tiempo de concentración de la cuenca Secocha	101
Tabla 11: Precipitaciones máximas de función de distribuciones	102
Tabla 12: Coeficientes de duración lluvias entre 24 horas	104
Tabla 13: Precipitaciones máximas para diferentes años	105
Tabla 14: Intensidad de lluvia a partir de Pmax	106
Tabla 15: Período de retorno de 100 años	108
Tabla 16: Precipitaciones de hietograma	110
Tabla 17: Proceso de parámetros hidráulicos	111
Tabla 18: Proceso de parámetros geotécnicos	123
Tabla 19: Análisis granulométrico tamizadode calicata 1	125
Tabla 20: Ángulo de fricción interna de calicata 1	128
Tabla 21: Cálculo de la capacidad portante de calicata 1	129
Tabla 22: Contenido de humedad de calicata 1	130
Tabla 23: Peso específico de calicata 1	130
Tabla 24: Resultado de estudio geotécnico 1	131
Tabla 25: Análisis granulométrico por tamizadocalicata 2	132
Tabla 26: Ángulo de fricción interna de calicata 2	135
Tabla 27: Cálculo de la capacidad portante de calicata 2	136
Tabla 28: Contenido de humedad de calicata 2	137
Tabla 29: Peso específico calicata 2	137

Pág.

Tabla 30: Resultado de estudio geotécnico de calicata 2 138
Tabla 31: Análisis granulométrico por tamizadocalicata 3 139
Tabla 32: Ángulo de fricción interna de calicata 3 141
Tabla 33: Cálculo de la capacidad portante de calicata 3 142
Tabla 34: Contenido de humedad de calicata 3 143
Tabla 35: Peso específico de calicata 3 144
Tabla 36: Resultado de estudio geotécnico calicata 3 144
Tabla 37: Resumen de calicatas 1,2 y 3 145
Tabla 38: Presa de control 1 151
Tabla 39: Presas de control 2 159
Tabla 40: Presas de control 3 167
Tabla 41: Talud de presas de escollera 172
Tabla 42: Presa de control escollera de material suelto 178
Tabla 43: Contrastación de hipótesis general 186
Tabla 44: Contrastación de hipótesis especifico 1 187
Tabla 45: Contrastación de hipótesis especifico 2 187
Tabla 46: Contrastación de hipótesis especifico 3 188
Tabla 47: Contrastación de hipótesis especifico 4 189

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1: Diagrama de causa efecto 22
Figura 2: Esquema de Impacto práctico 24
Figura 3: Esquema de impacto teórico 25
Figura 4: Libro de topografía 28
Figura 5: Mira topográfica 30
Figura 6: Levantamiento por triangulación 31
Figura 7: Representación de DEM en el espacio 32
Figura 8: Mapas de DEM en diferentes presentaciones 33
Figura 9: Composición de la tierra 34
Figura 10: Características del peso específico 35
Figura 11: Caracterización del suelo 36
Figura 12: Ángulo de fricción de material granular 38
Figura 13: Estructura de ángulo de fricción 39
Figura 14: Esquema de capacidad portante 40
Figura 15: Estación pluviométrica Caraveli 46
Figura 16: Partes de una cuenca 47
Figura 17: Modelamiento hidrológico con HEC HMS 4.11 49
Figura 18: Modelamiento hidráulico software ArcGIS 10.7 50
Figura 19: Huaico de Chosica en el verano de 1987 52
Figura 20: Material de arrastre 53
Figura 21: Charla de defensa civil 54
Figura 22: Mapas de susceptibilidad 55
Figura 23: Presas de madera 56
Figura 24: Presas de piedra 57
Figura 25: Presa de gaviones 58
Figura 26: Presas de concreto 59
Figura 27: Cuenca de estudio de Secocha 64
Figura 28: Plano de ubicación del centro poblado de Secocha 66

Pág.

Figura 29: Vuelo drone cuesta arriba Secocha 67
Figura 30: Vuelo drone cuesta arriba Miski 68
Figura 31: Vuelo drone cuesta arriba San Martin 68
Figura 32: Centro poblado Secocha 70
Figura 33: Ubicación de presas de control 70
Figura 34: Servicio nacional meteorología e hidrología del Perú 71
Figura 35: Modelización numérica de movimientos de masas 72
Figura 36: Modelamiento hidráulico a protección en quebradas 73
Figura 37: Análisis dinámico de unas presas de enrocado 74
Figura 38: Herramientas de procesamiento 75
Figura 39: Software modelamiento hidráulico 75
Figura 40: Interacción HEC-RAS y ArcGIS 76
Figura 41: Delimitación de área de intervención 77
Figura 42: Fotografías del drone de la cuenca de Secocha 79
Figura 43: Modelación de la cuenca Secocha 80
Figura 44: Procedimiento de presas de control 80
Figura 45: Ubicación geográfica de área de intervención 82
Figura 46: Delimitación departamental geográfica 82
Figura 47: Levantamiento de puntos con Leica TS06(Estación total) 89
Figura 48: Curvas de nivel del área de intervención 90
Figura 49: Estación Ocoña 91
Figura 50: Distribución de función Pearson III 93
Figura 51: Distribución asimétrica 94
Figura 52: Delimitación de longitud de cuenca principal 98
Figura 53: Precipitación máxima vs el período de retorno 103
Figura 54: Intensidad (mm/hr) vs Intensidad (mm) 109
Figura 55: Precipitaciones alternadas hietograma 111
Figura 56: Delimitación de la cuenca Secocha 113
Figura 57: Modelo de administrador de cuencas 115
Figura 58: Administrador de datos tiempo y serie 116
Figura 59: Administrador de modelo meteorológico 117
Figura 60: Administrador de especificaciones de control 118
Figura 61: Hietograma y caudal máximo 119

Pág.

Figura 62: Resultado de caudal para 25años 120
Figura 63: Resultado de caudal para 50años 120
Figura 64: Resultado de caudal para 100años 121
Figura 65: Resultado de caudal para 500años 121
Figura 66: Resultado de caudal para 1000años 122
Figura 67: Caudal de diseño de la investigación 122
Figura 68: Calicata 1 de muestreo 124
Figura 69: Curva granulométrica de calicata 1 127
Figura 70: Curva granulométrica calicata 2 133
Figura 71: Curva granulométrica de calicata 3 140
Figura 72: Peso específico 146
Figura 73: Mapa de proceso de redimensionamiento de presa 147
Figura 74: Altura de espejo o área de embalse (H) 148
Figura 75: Efecto del viento presa de control 1 (EV) 149
Figura 76: Fetch efectivo presa de control 1 150
Figura 77: Curvas de nivel de la cuenca 151
Figura 78: Acción de oleaje 153
Figura 79: Altura de espejo de embalse 156
Figura 80: Efecto del viento presa de control 2 157
Figura 81: Efecto fertch presa de control 2 158
Figura 82: Tramo 2 efecto fetch 159
Figura 83: Acción de oleaje tramo 2 161
Figura 84: Altura de espejo o are de embalse (H) 164
Figura 85: Efecto del viento presa de control 3 (EV) 165
Figura 86: Dirección de viento presa de control 3 166
Figura 87: Tramo 3 efecto fetch 167
Figura 88: Acción de oleaje tramo 3 169
Figura 89: Ubicación de las 3 presas de control 173
Figura 90: Presas de control 174
Figura 91: Presa de control 1 175
Figura 92: Presa de control 2 176
Figura 93: Presa de control 3 177
Figura 94: Presas de control 179

Pág.

Figura 95: Modelamiento sin proyecto 180
Figura 96: Modelado con proyecto presa de control 3 181
Figura 97: Modelado con proyecto presa de control 2 182
Figura 98: Modelado con proyecto presa de control 1 183
Figura 99: Modelado con proyecto con 3 presas de control 184

RESUMEN

Debido al cambio climático y como consecuencia de la presencia de fenómenos naturales; se ocasionan movimientos rápidos de masa en zona críticas de nuestro territorio.

Esta investigación propone determinar un diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

Esta tesis cuenta con una metodología que aplica un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental a nivel descriptivo. La muestra consiste en tres presas de escollera ubicado en la cuenca Secocha que tiene una longitud de base de presa tramo 1 de 46 m, tramo 2 de 39.96 m y tramo 3 de 34.96 m.

Como resultado se obtuvo que el parámetro hidráulico considerando período de retorno de 50 años, se genera el modelamiento de los mapas de susceptibilidad con patrones espaciales de potencial de desbordamiento para un caudal de 31,6 m3/s.

Concluyendo, se diseñó la presas control de escollera de material suelto de gravas en sus espaldones, con un núcleo de concreto de resistencia 280 kg/cm2, esta fue operacional con una retención de movimiento de masas en 80%. La altura de la presa de control para el tramo 1 es de 10 m, para el tramo 2 de 8.62 m y el tramo 3 de 7.60 m.

Palabra clave: Presa de control, movimiento de masa

ABSTRACT

Due to climate change and as a consequence of the presence of natural phenomena; Rapid mass movements are caused in critical areas of our territory.

This research proposes to determine a design of flood control dams to prevent rapid mass movements due to the activation of the Secocha Camaná – Arequipa stream.

The thesis has an applied methodology with a quantitative approach at a descriptive level and with a non-experimental design. The sample consists of three breakwater dams located in the Secocha basin that have a dam base length of section 1 of 46 m, section 2 of 39.96 m and section 3 of 34.96 m.

As a result, it was obtained that the hydraulic parameter with a return período of 50 years generated the modeling of susceptibility maps with spatial patterns of probability of exceedance with a flow rate of 31.6 m3/s.
Concluding that the design of breakwater control dams of loose gravel material on their shoulders with a concrete core of resistance 280kg/cm2, was operational with a mass movement retention of 80%. The height of the control dam for section 1 is 10m, for section 2 it is 8.62 m and section 3 is 7.60 m.

Keyword: Check Dam, Mass Movement

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE PRESAS DE CONTROL DE AV ENIDAS PARA PREVENIR LOS MOVIMIE NTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTI VA

AUTOR

CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA

RECUENTO DE PALABRAS

32755 Words

RECUENTO DE CARACTERES

152382 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

196 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.4MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 27, 2024 10:32 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 27, 2024 10:35 AM GMT-5

10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

USMP Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Biblioteca FIA
Patricia Rodríguez Toledo
Bibliotecóloga

Resumen

INTRODUCCIÓN

En el Perú actualmente se construyen pocas construcciones defensivas a lo largo de las quebradas, simplemente se hace de forma empírica, sin ningún tipo de investigación, la Administración Nacional del Agua (ANA), 300 quebradas que corren riesgo de movimiento de masas a nivel nacional, se dan por la crecida de la precipitación que ocurren en todas partes.

Según el ente Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) en su informe No 204 de precipitación intensa en la región de Arequipa, llovió en enero y febrero de este año 2023, se registraron deslizamientos de tierra, huaycos, movimiento de masas provocadas por el incremento de huaycos, se tuvieron 20 damnificados, 1732 afectados, 10 fallecidos, 6 Viviendas destruidos, 7 Viviendas inhabilitadas, 918 Viviendas afectadas, 20600 m de carreteras afectadas, 700m de carretera destruidos y 3 puentes destruidos. Dentro de estas zonas vulnerable se encuentra la cuenca de Secocha Camaná, según el informe de (COEN), se ha visto afectado en ocasiones, el evento más reciente fue en febrero del 2023, huayco de Secocha produjo daños materiales, económicos y de vida.

Por este motivo se investiga la influencia de la quebrada y su propuesta de prevención mediante presas de control y de esta manera prevenir el movimiento rápido de masas que suele ocurrir periódicamente. Para ello se realiza los siguientes estudios:

Los parámetros hidrológicos para la caracterización de la presa avenidas, se hizo recopilación de data de la estación Ocoña de precipitaciones máximas anuales de SENAMHI y la data es procesada mediante la herramienta hietograma la cual nos precisa la caracterización de las precipitaciones alternadas para períodos de retorno de 50 años y 100 años.

Los parámetros hidráulicos; para el diseño de presas de control. Se realizó la delimitación de la cuenca en intervención, las precipitaciones

alternadas y la data es procesada mediante la herramienta HEC – HMS la cual nos precisa la caracterización los caudales de diseño para períodos de retorno de 50 años y 100 años.

Los parámetros geotécnicos; para el diseño de presas de control. Se realizó calicatas, ensayo en campo y en laboratorio se realizaron los respectivos ensayos como también trabajo de gabinete, esta data nos precisa la caracterización de capacidad portante, ángulo de fricción interna y peso específico.

Esta investigación es importante porque nos permite prevenir los movimientos rápidos de masa mediante el diseño presas de control, para evitar desastres. También es importante porque el centro poblado de Secocha tendrá una mejor calidad de vida debido que las presas de control solucionan problemas de movimiento de masas.

El procedimiento del estudio consta en una secuencia de procesos desde la visita y vuelo de drone, inspección del área de intervención, levantamiento topográfico, procesamiento de data topográfica, recopilación de data de estación Ocoña, procesamiento de data de precipitación, determinación de caudades para diferentes períodos de retorno, modelamiento de mapas de susceptibilidad y pre dimensionamiento de presa de control.

Este estudio consta de cinco capítulos.

Capítulo 1; Marco teórico, antecedentes, fundamentación del problema, planteamiento de problema y bases teóricas.

Capítulo 2; Hipótesis y variables, formulación de objetivos, hipótesis, variables, operacionalización de variables.

Capítulo 3; Metodología, población y muestra, diseño, procedimiento e instrumentos.

Capítulo 4; Resultados, mapa de procesos, procesos y resultados.

Capítulo 5: Discusión, contrastación de hipótesis de la investigación vs resultados, contrastación de antecedentes vs resultados.

Finalmente, se concluye, que el diseño de presa de control es operacional con una retención de movimiento de masas en 80% para un

período de retorno de 50 años que previene la probabilidad de ocurrencia de daños futuros.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

I. Antecedentes

1.1.1 Internacionales

Según la indagación de Higuera (2022). en su investigación “Diseño de una Barrera de protección contra Inundaciones, ubicada en el Municipio de Quibdó – Chocó”. Universidad Católica de Colombia. La presente indagación como objeto de estudio propone valla protectora para evitar inundaciones desde la zona de la cuenca hasta el puente sobre el río Kabi. La población del estudio es el departamento de choco y su muestra es 3000 familias, utilizó metodología de recolección de datos ínsito, análisis de datos hidrológicos e hidráulicos. Se concluye que diseñar una barrera protectora para evitar inundaciones. Esta es la solución al problema que más vidas ha cobrado en el país, ya que puede traer estabilidad económica y mayor seguridad al pueblo. diferentes áreas y brindar protección adecuada a las carreteras construidas, casas y puentes dañados por inundaciones o incluso inundaciones que causan deslizamientos de tierra, bloqueos y diversas consecuencias físicas, para la sociedad.

Según la indagación de Santana y Lima (2021), en su investigación “Propuesta de obra para el control de inundaciones en la cuenca baja del río. Portoviejo, sector el Horcón - Ceibal, cantón Rocafuerte - Manabí – Ecuador Universidad Técnica de Manabí – Ecuador”. El objeto de estudio es implementar un proyecto para controlar posibles inundaciones en las faldas del río Portoviejo, en el paraje el Orcón Seibal en el estado Rocafuerte, provincia de Manabí, mediante el diseño de la elaboración de gaviones que actuará como soporte ante el impacto de tormentas e inundaciones. La población y muestra es río Portoviejo área de influencia 1800 km2. La Metodología es de enfoque cuantitativo, recolección de información, procesamiento de características cuantitativas. Se concluye que la propuesta de diseño es viable y adecuado a la función del sitio propuesto, el material

representa el 75 % del costo y por su permeabilidad y flexibilidad, viabiliza la aplicación y bajo costo, se ofrece solución que garantice estabilidad y anti - erosión, erosión y formación de una contención de masas de suelo para controlar el riesgo de deslizamientos.

Según la indagación de Cardozo (2019), en su investigación**,** “Inundaciones urbanas propuesta para una gestión de riesgos con enfoques en la previncíon de daños”. Universidad de Alicante, tesis doctoral Brasil, La indagación tiene como objeto de estudio, reducir los efectos perjudiciales de las inundaciones sobre el patrimonio cultural, el medio ambiente, mediante la creación de un marco legal para la evaluación y gestión de inundaciones y la salud de las personas. El estudio tiene la población de San Vicente con una muestra de 600 personas viven en un área sujeta al estudio. Metodología cualitativo Identificación, elaboración de mapas y aplicación de ley federal n°12. Se concluye que, en el caso de las inundaciones, aunque la temporada de lluvias suele ser el factor meteorológico e hidrológico, el impacto humano debe considerarse como el factor decisivo.

Según la indagación de Melgara y Rayo (2018), en su investigación, “Diseño de muros de contención para la proteccion de la población ribereña del barrio Boris Vega en la quebrada El Zapote, ciudad de Estelí”. Universidad Nacional de Ingeniería. El objetivo del estudio fue diseñar un muro de protección en medida que proteja a la población costera. La población del Barrio Boris Vega y la muestra 760 vecinos. La metodología que utilizó es el método CONESA el cual está basado en el método de las matrices causa-efecto, es cualitativa y cuantitativo. Se concluye que una de las mejores estructuras de contención es el muro de hormigón ciclópeo, porque se adapta

a posibles deformaciones una vez construido y cumple con las especificaciones establecidas.

Según la indagación de Ledesma y Garrido (2018), en su “Diseño y propuesta de Implementación de un Muro de Contención en la vía de acceso a la vereda san lorenzo – Bogotá”. Universidad Piloto de Colombia. El objetivo es formular un proyecto para el diseño y propuesta de implementación de una estructura de contención en la vereda San Lorenzo del municipio de Fómeque. La población San Lorenzo y la muestra 125 m de estructura de contención. La metodología es tipo aplicado con enfoque cualitativo de nivel descriptivo y explicativo. Se concluye que los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad, para muestras del 25 %,15 % y 7 % de la población beneficiada, son superiores a cero. Por consiguiente, el proyecto es viable en todos los casos, se puede evidenciar que la población sí se beneficia con la ejecución del proyecto.

1.1.2 Nacionales

Según la investigación de Camacho y De La Cruz, (2023) en su investigación “Propuesta de Diseño de un muro de defensa Ribereña con sistema de drenaje LGD en el Río Rímac desde el puente colgante al puente estela montti, Chosica”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. La investigación tiene como hipótesis, con la propuesta de la estructura de retención costera minimizará el daño de la inundación que viene de la crecida de los ríos. La indagación tiene como objeto de estudio, implementar una estructura de retención costera para reducir el desbordamiento del río en mención. La muestra es el tramo de estudio desde el Puente Colgante ubicado en la Av. Arequipa hasta el Puente Estela Montti, en la ciudad de Chosica. Metodología es descriptivo comparativo. Este diseño permitió describir y comparar todas las características de la zona de estudio. Como resultado, el diseño del muro propuesto no es factible hacerlo. Debido a la amplitud de su base, es imposible elegir, porque supera las consideraciones técnicas del terreno.

Según la indagación de Flores (2023) en su investigación, “Modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en la quebrada del diablo, región Tacna”**.** Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. La indagación tiene como objeto de estudio determinar el modelado hidráulico para la estimación del dimensionamiento de la presa. La población es el distrito alto de la Alianza y la muestra corresponde a la quebrada del Diablo. Su metodología es aplicada de enfoque cualitativo y diseño no experimental. El estudio concluye que el diseño de la presa de retención de 24 m de altura mitiga los daños ocasionados por arrastre de material grueso.

Según la investigación de Zevallos (2023), en su investigación “Diseño de muro de contencion para disminuir inundaciones en la quebrada Santo Domingo, Lurigancho – Chosica”. Universidad Peruana los Andes. La investigación tiene como hipótesis, la implementación de estos muros de contención reducirá el impacto de las inundaciones de la quebrada, la indagación tiene como objeto de estudio, proponer la estructura de retención del río en la localidad mencionada. Población de este estudio está conformada por la quebrada Santo Domingo con una longitud de 1,100.00 m de recorrido hasta desembocar en el río Rímac y una muestra de 25.00 m. Metodología es cuantitativo, método científico, tipo de investigación aplicada, nivel explicativo, diseño no experimental, porque nos permite desarrollar respuestas a las preguntas de la investigación. Se concluyó que el esquema de las presas de control fue desarrollado de acuerdo a la normativa vigente código ACI 318 y E.060, que mitiga el desbordamiento del río Santo Domingo, se pudo encontrar las dimensiones óptimas del esquema y el costo de la propuesta por metro lineal.

Según Ríos y Solari (2021) en su investigación “Análisis hidráulico y estructural de un muro de contención en el margen del río Santa Eulalia, Callahuanca”. Universidad Católica Sedes Sapiense. La tesis tiene como hipótesis, el análisis estructural e hidráulico permitirá un adecuado diseño de muro de protección. Tiene como objeto de estudio analizar las variables

hidráulicas y estructurales de unas presas de controlen el margen del río Santa Eulalia en el distrito de Callahuanca. La población es el cauce del río Santa Eulalia en el distrito de Callahuanca, con una unidad de muestra 500 m del margen derecho del río Santa Eulalia. La metodología es de tipo aplicado de enfoque cuantitativa que permite la caracterización de manera escalar y medible. Se concluye que la estructura de gaviones es lo más optimo, práctico y económico.

Según la indagación de Lurita y Morote (2020), en su investigación "Diseño de muro de gravedad utilizando bolonería de la zona para mitigar efectos producidos por los Huaycos, Quebrada Santo Domingo, Chosica". Universidad César Vallejo. La investigación tiene como hipótesis uso de un muro de gravedad de Bolonia ayudará a mitigar el impacto de los deslizamientos de tierra. El objeto de estudio es determinar la mitigación de deslizamiento con muro de gravedad, la muestra fue no probabilístico e intencional o por convicción, tomando un tramo determinado, este abarca desde el Km 0+000 al Km 1+050 de la quebrada Santo Domingo en Chosica. La metodología es de tipo descriptiva, con enfoque cuantitativo. Se concluye que el proyecto diseñado para mitigar el impacto de los deslizamientos de tierra en la quebrada de Santo Domingo, producirá beneficios, ya que el encausamiento reducirá las erosiones y los sedimentos, porque las presas de controles eficaz para salvaguardar los predios, las rutas de tráfico ubicadas cercanamente a la quebrada.

1.2 Fundamentación del problema

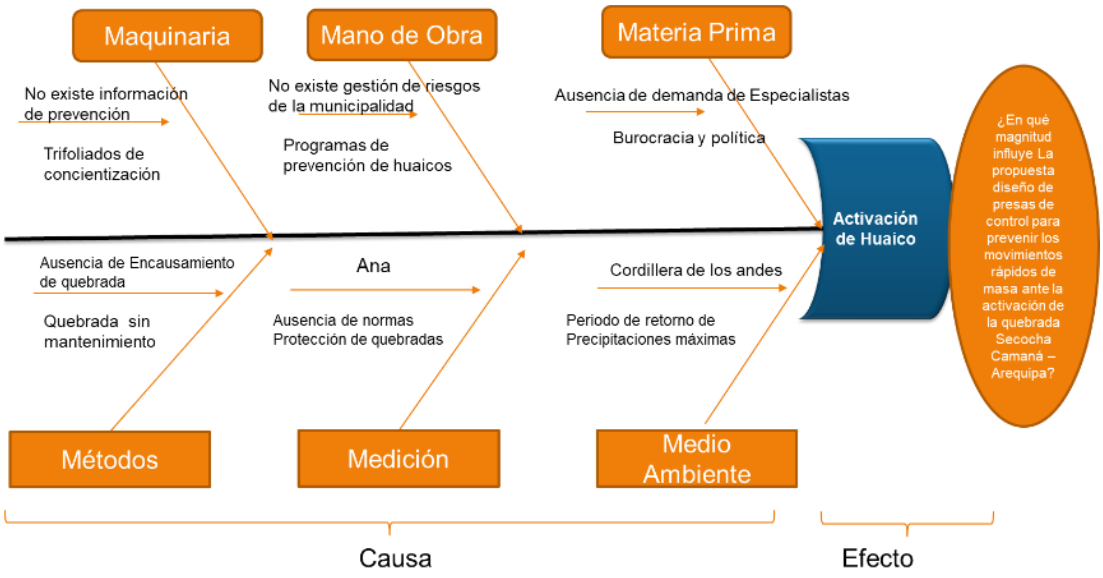
En el mundo, en los últimos años se ha producido un cambio climático generalizado en la mayoría de los continentes, provocando que fuertes lluvias inunden ríos y arroyos; la falta de mecanismos adecuados de manipulación y tránsito que afecten el medio ambiente y a la sociedad, los predios, vías de circulación, ocurren en áreas cercanas a arroyos, si no se tratan, causarán inundaciones, lo que provocará pérdidas económicas, grandes desastres, humanas y ambientales.

De igual manera, en América del Sur en temporadas más recientes se han producido cambios significativos en la naturaleza, como desastres que causan pérdidas ambientales, económicas y humanas debido a las inundaciones de ríos y arroyos. Nuestros hermanos latinos del sur se enfrentan actualmente al mismo problema.

El Perú tiene la cordillera de los andes, presenta topografías diferentes en todo el país y hace que el cauce del caudal tenga gradientes agudos, lo que resulta en ríos y arroyos causen muchos problemas a lo largo de los cauces. La tesis está orientada y centrada en la provincia de Camaná quebrada de Secocha esta cuenca vierte sus aguas al río Ocoña y en las temporadas de incremento de las precipitaciones las cuencas exorreicas causan desastres. Secocha es la zona de investigación que presenta ausencia de presas de control del arroyo para mitigar los huaicos activos.

Figura 1:

Diagrama de causa efecto



Elaborado por: El autor

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 General

¿En qué magnitud influye el **diseño de presas de control** para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa?

1.3.2 Específicos

- ¿Cuál es la influencia de los **parámetros hidrológicos** para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa?
- ¿Cuál es la influencia de **los parámetros hidráulicos** para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa?
- ¿Cuál es la influencia de **los parámetros geotécnicos** para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa?
- ¿Cuál es la influencia de **pre dimensionamiento de presa** para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa?

1.4 Impactos potenciales

Impacto práctico y teórico

1.4.1 Práctico

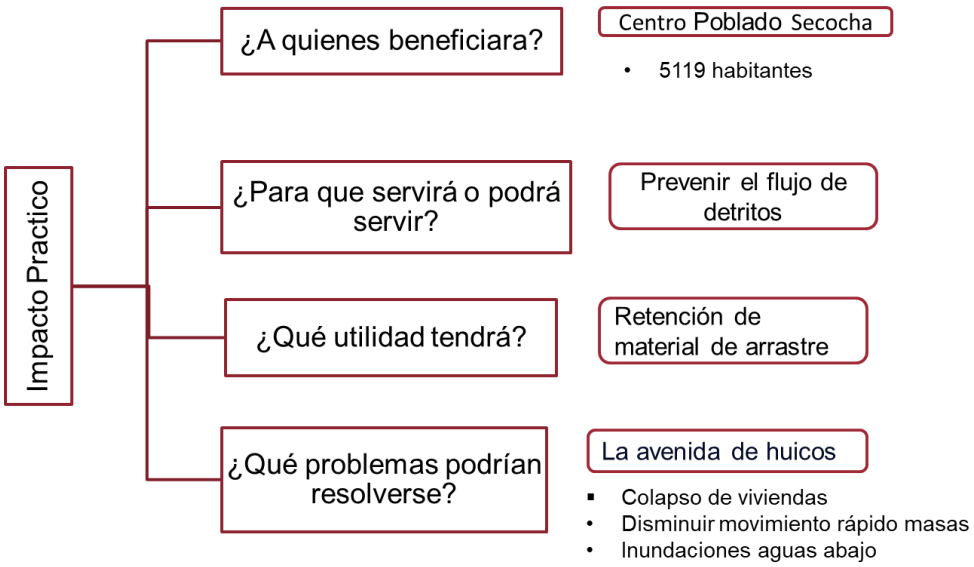
La población local del centro poblado de Secocha en su conjunto se beneficiará de esto en el futuro, especialmente los agricultores, al minimizar o reducir los efectos de las inundaciones mediante las presas de control.

Proporcionará conocimientos nuevos y relevantes que le permitirán identificar nuevos mecanismos y conocimientos más profundos sobre la quebrada para la obtención de modelos hidráulicos e hidrológicos.

Se adapta a nuestra realidad, que se centra en lo preliminar, como determinar la escala de las fortificaciones costeras para prevenir inundaciones de huaico en períodos de lluvias excesivas, provocando inundaciones posteriores en zonas de impacto, una estrategia teórica es aplicar a una variedad de realidades, como ocurre en todas partes del mundo.

Figura 2:

Esquema de Impacto práctico



Elaborado por: El autor

1.4.2 Teórico

Los efectos positivos de los resultados de la investigación benefician tanto a los científicos como a los agricultores locales, tendrán poco impacto ante posibles inundaciones que haya en el futuro, porque el caudal máximo se conocerá de antemano.

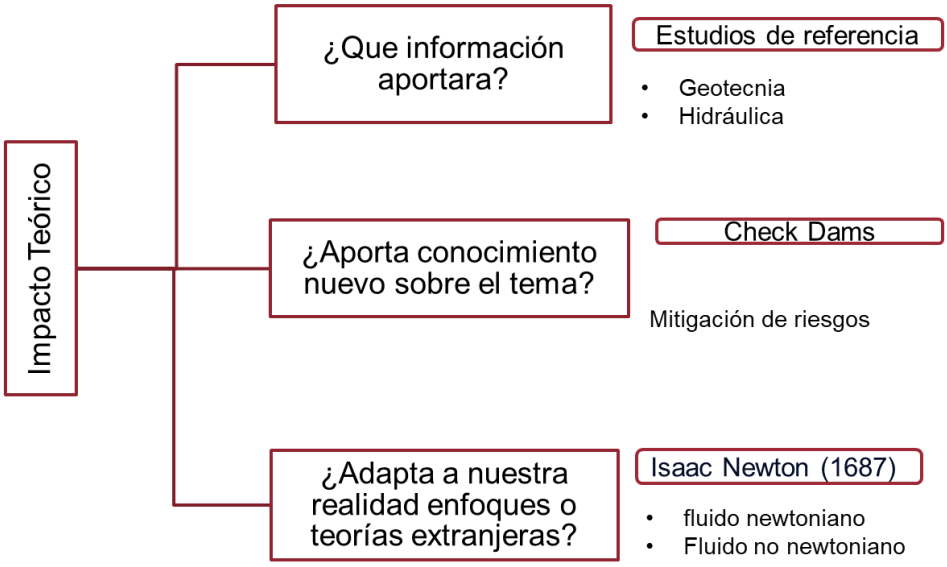
Servirá a las comunidades aledañas del centro poblado de Secocha. Ya que también han sufrido pérdidas por inundaciones y por eso se permitirá determinar aproximadamente la escala de las defensas ante la venida de huaicos.

Su utilidad también está en proporcionar conocimiento más conveniente para los ingenieros responsables de preparar registros de riegos ante la activación de huaicos. Técnicas para la defensa fluvial en esta área de

investigación, esto abordará el tema de las inundaciones, controlará o disminuirá el daño causado a las tierras agrícolas, especialmente durante la temporada de lluvias máximas.

Figura 3:

Esquema de impacto teórico



Elaborado por: El autor

1.5 Importancia y Fundamentación

Fundamentación

1.5.1 Económica

Permite incrementar las actividades zoológicas, agrícolas y la actividad minera encauzando la cuenca mencionada.

1.5.2 Ecológica

El encausamiento es una barrera que logra la sostenibilidad a través de la dirección del cauce, para proteger a las viviendas cercanas al cauce y restaurar los paisajes naturales y materiales.

1.5.3 Social

Esta investigación se remonta a una base social, se desarrolla para prevenir y mermar los desastres que repercuten en los ocupantes de los predios que viven alrededor de Secocha.

1.5.4 Importancia

La microcuenca del centro poblado de Secocha desemboca en el río Ocoña, este río abastece a Urasqui, Platanal, Chiguay y Ocoña, el río de Ocoña abastece a los pueblos cercanos, porque estos a su vez son proveedores de productos agrícolas para la provincia de Camaná, las precipitaciones intensas aguas arriba de la quebrada de Secocha es la causa principal del incremento de huaico de Secocha, causantes de daños materiales, económicos, pérdidas humanas, agraria y agrícola, esta indagación es de suma importancia, de modo que pretende prevenir deslizamiento del huaico en el centro poblado de Secocha, que es vulnerable por que encuentra en las laderas de esta microcuenca, es importante proponer un buen modelo de diseño de presa (check dams), se pretende implementar como posible solución a estas problemáticas, logrando así mermar las consecuencias del huaico en predios y en la economía del centro poblado de Secocha.

1.6 Limitaciones

Hay muy pocas restricciones porque hay información y se registra en las entidades como ANA, SENAMHI e INGEMET, además de la realización de diversas pruebas geotécnicas, investigación topográfica, modelos numéricos con HEC-RAS y HEC-HMS, en base de diferentes modelamientos se puede determinar el tipo óptimo o más apropiado, para la defensa de la zona de estudio y se pueda realizar obras de defensa.

1.7 Viabilidad

Poblacional

La viabilidad social es factible ya que es una cuenca que se activó ante un evento de huayco de modo que los pobladores apoyan la investigación para el mejoramiento de flujo de masas de la cuenca y calidad de esperanzas de vida de quienes viven en las propiedades.

Económica

El estudio es no experimental, tipo investigación es aplicada, el método es cuantitativo y cualitativo, no obstante, no demanda un mayor gasto económico.

1.8 Bases teóricas

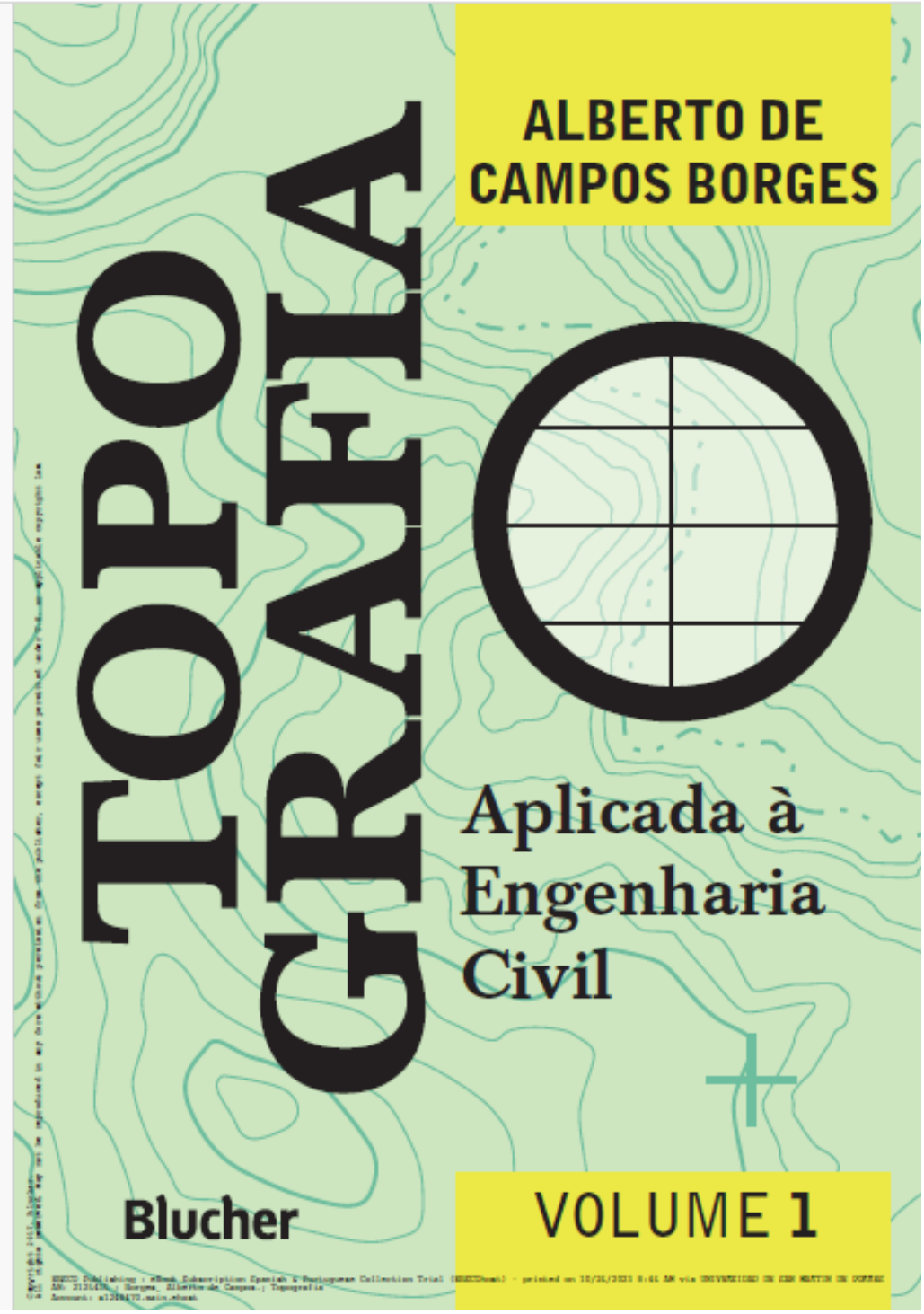
Antes de proponer un diseño de presa de control para minimizar peligros ocasionados mediante flujo de detritos en la cuenca de intervención, se precisa conceptualizar y caracterizar algunas bases teóricas referente al tema de investigación que contribuirán al estudio.

1.8.1 Características topográficas

La topografía es una forma de levantamiento que muestra el terreno mediante un mapa de contorno, con todas las alturas y alturas de la tierra, la diferencia de nivel entre dos puntos, independientemente de la distancia entre ellos, se trata de saber cuánto terreno quitar (cortar) o construir (rellenar), el suelo es irregular al principio, luego plano para laborar, diferentes propósitos, también puede comenzar a perforar el campo, túneles simultáneos a ambos lados de la montaña con paso garantizado la dirección es incorrecta por lo que sólo hay un túnel en lugar de dos debe seguir ciertas pautas de reconocimiento del lugar. (Borges, 2018)

Figura 4:

Libro de topografía



Fuente: Borges (2018).

Cuando desea utilizar energía hidráulica bloqueando el flujo de agua habrá formas de ayuda a través de encuestas para el desarrollo, una

evaluación preliminar de la cuenca determinará qué partes de la quebrada están inundadas, continuar desalojando esta tierra sin temor a exagerar, estas darían información errónea para el levantamiento topográfico, se puede decir que el terreno corresponde a esto, porque los servicios técnicos son fundamentales para la investigación, necesario para la construcción de carreteras, puentes, presas, etc. (Borges, 2018).

1.8.2 Nivelamiento geométrico

La nivelación geométrica introduciendo la medición de altura de niveles topográficos, hitos desde el principio sea estudiado sólo las datas, es decir, se basa en un plano horizontal es necesario precisar los ángulos y distancias horizontales. se comenzó con la parte del altímetro, es medir dimensiones verticales, distancias y ángulos rectos el área sujeta a un levantamiento topográfico de escala relativamente grande, sus superficies pueden considerarse planas y no esféricas en este caso, se dice que un plano es horizontal si es perpendicular a la línea vertical de la tierra, la línea vertical de ese lugar es la línea que parte del punto donde apunta al centro de la tierra está representada por una plomada, nivel de agua es la representación horizontal dado que está en perpendicular a la plomada.

La referencia para las operaciones de nivelación es el nivel del mar es el nivel de referencia para todos los trabajos en altura, en la posición que se encontró cualquier punto en la tierra; es una convención de criterio.

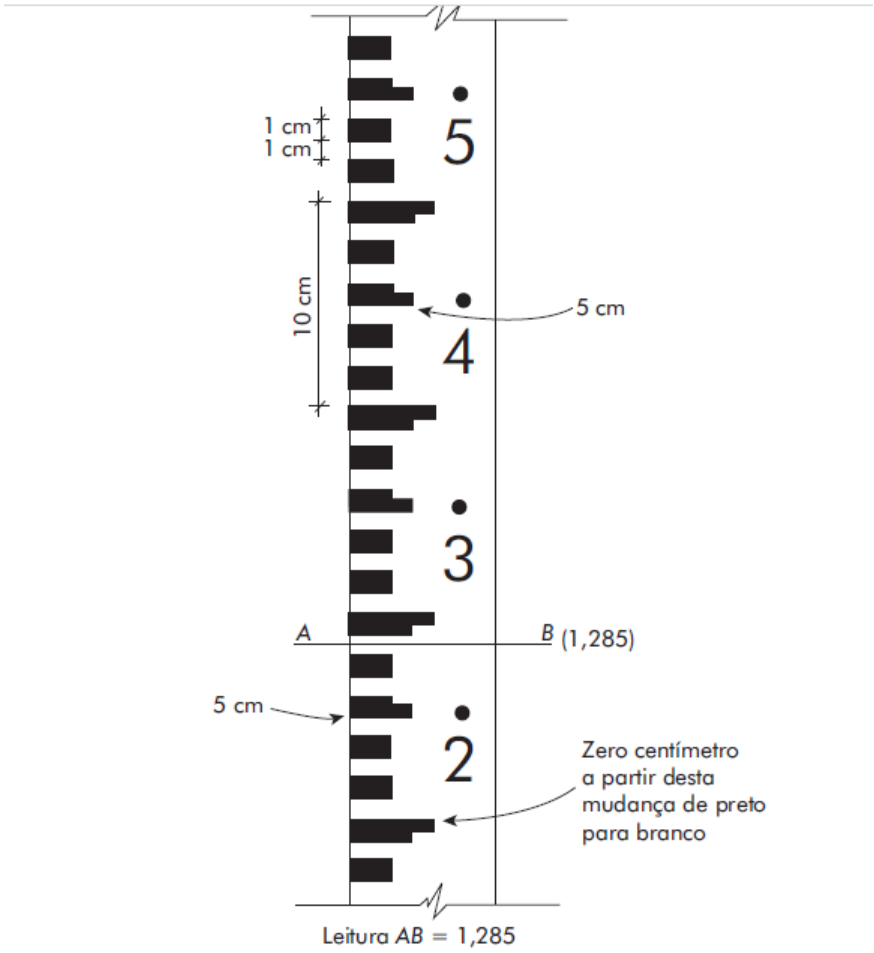
Esto se puede expresar como medida; es decir, que el monte Everest en el Himalaya es más grande, la diferencia entre las dos cadenas montañosas están lejos el uno del otro. El nivel del mar se está moviendo hacia adentro al aplanarse luego se coloca marcas de referencia de alta precisión encima, si necesita alineación utilizada para proyectos importantes, sin embargo, cuando se realizan estudios, deben basarse en el nivel del mar que puede establecer definiciones de niveles arbitrarios.

Una herramienta que permita concretizar y leer dichos niveles o puntos referenciales es lo que a continuación se muestra, una sección transversal de la escena sólo en una medida específica es uno de varios tipos disponibles en el mercado y más, su lectura siempre consta de cuatro números de

izquierda a derecha decímetro, centímetro, milímetro el número métrico se lee a partir de los números, encierra en un círculo el número cuando se pasa del negro al blanco los centímetros se cuentan desde es el más completo.

Figura 5:

Mira topográfica



Fuente: Borges (2018).

1.8.3 Levantamiento

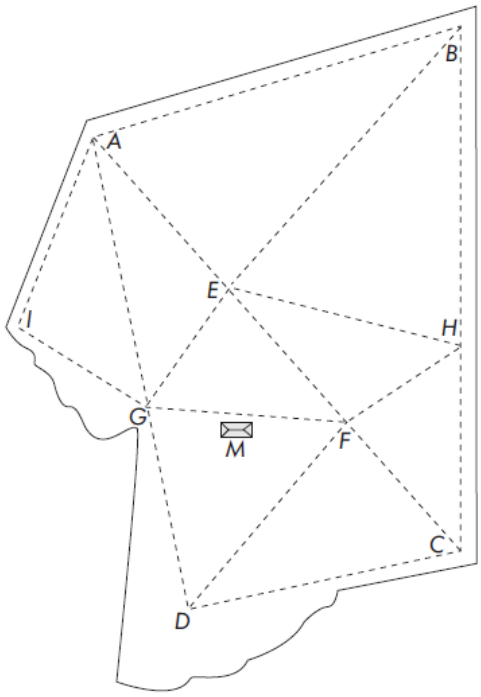
Para investigaciones que utilizan únicamente medidas lineales, concéntrese en el concepto de triangulación para crear una red de líneas detalles para luego usar los métodos para conectar estas partes a líneas, se sabe que un triángulo es una forma geométrica bien definida, si conoces los tres aspectos del mismo no necesitas saber el ángulo por esta razón, los estudios utilizan sólo medidas lineales los triángulo, entonces se hace un plan

de levantamiento y elige los puntos que forman triángulos adyacentes entre sí, cubrir toda el área entre ellos es importante la precisión.

Sin embargo, debe existir un triángulo básico que lo englobe todo, el área y luego se obtienen triángulos secundarios que dividen el triángulo principal en parciales.

Figura 6:

Levantamiento por triangulación



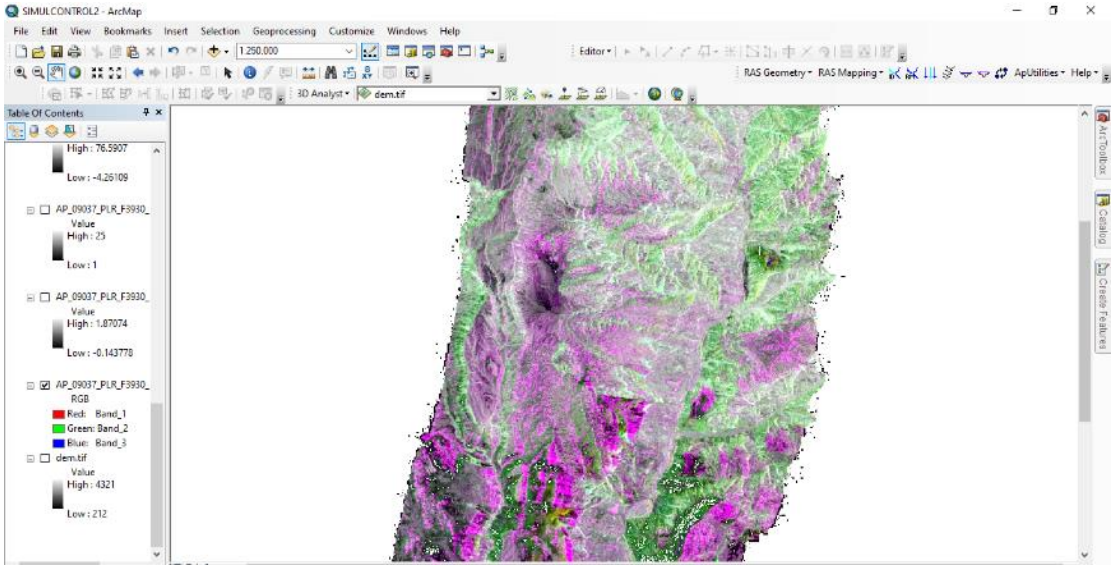
Fuente: Borges (2018).

1.8.4 Dem

Modelo de elevación digital (DEM), es una superficie generada en 3D que representa cuantitativamente y cualitativamente las características de la superficie que son creadas como herramientas digitales. Los DEM se consideran una herramienta oportuna para una variedad de usos en diferentes ramas como geomorfología, geología, ecología, hidrología y topografía. (Wu, Yaobin, Qigen & Yang, 2023).

Figura 7:

Representación de DEM en el espacio



Elaborado por: El autor

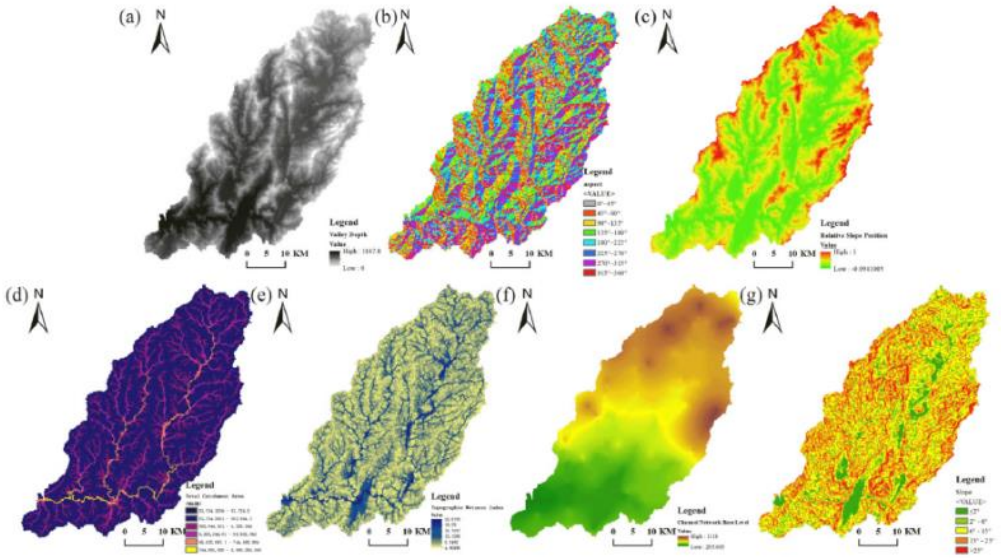
La superficie terrestre está en constante cambio y su evolución de la misma se precisa conocer los cambios en la superficie de manera actualizada que se pueden describir, monitorear y analizar de manera tridimensional, esta herramienta de monitorio ha sido solicitada de manera súbita en las dos décadas se han lanzado varios productos DEM de acceso abierto global, esta data se obtiene mediante los observatorios que rondan en la órbita de la tierra como satélites, el procedimiento técnico de recolección de data es mediante la técnicas remotas de coincidencia óptica, cabe señalar esta técnica está en mejora de reconocimiento de la vegetación, estos últimos años se está haciendo el esfuerzo de desarrollar algoritmos que pueda ayudar a corregir errores y pueden sectorizar las vegetaciones, entonces es recomendable su aplicación en zonas que carecen de vegetación. (Wu, Yaobin, Qigen & Yang, 2023).

Enseguida se presenta el mapa del área de estudio con la resolución ráster seleccionada de 250 m se puede observar que ciertos factores tienen una fuerte continuidad, otros ocurren de forma aleatoria y su distribución es

claramente espacial, heterogeneidad como aspecto y pendiente (Wu, Yaobin, Qigen & Yang, 2023).

Figura 8:

Mapas de DEM en diferentes presentaciones



Elaborado por: El autor

Esta base de datos nos permite la caracterización del área de intervención, como la delimitación del área mediante la herramienta de ArcGIS, determinación del cauce principal, la estimación del volumen por segundo, modelamiento de mapas de susceptibilidad.

Según (Leidy & Octavio, 2021) establece diferentes procesos con el objetivo de obtener una representación gráfica del terreno, el levantamiento topográfico precisa este término porque representa la ubicación de un punto en el espacio de manera que se expresa en tres coordenadas latitud, altitud y longitud que son expresado en radianes o UTM.

1.8.5 Características del suelo

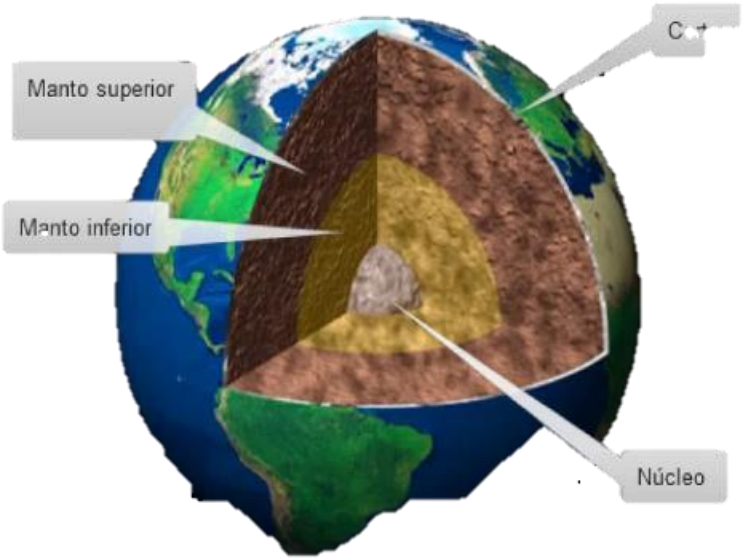
Una sección transversal idealizada mediante un corte por el centro de la tierra (Figura 9), permite ver dentro de la tierra sus características como bola de metal gigante, dura y pesada principalmente de níquel, iridio y hierro.

Se llama hardcore, encima hay círculos concéntricos y un núcleo líquido, compuesta por silicatos de manta pesada que se plastifica como resultado de la alta presión que ejerce. Este núcleo es rico en hierro (Fe) y níquel (Ni). El manto líquido (magma) que cubre ambos lados se divide en capas superior e inferior. p17 (Guerra, 2018).

Finalmente, la extensión territorial que rodea el manto se forma una corteza, estas están conformadas por cuerpos diferentes, formando subducción o ungimiento dado en océanos, capa que disminuye en densidad hacia la superficie. Si se mira de cerca, se pueden ver pequeñas platinas que influyen en la corteza, provocadas por el deterioro de la roca y los restos de la actividad de los seres que viven en la corteza en esa fina capa da la superficie (Guerra, 2018).

Figura 9:

Composición de la tierra



Fuente: Libro de mecánica de suelos (Guerra, 2018)

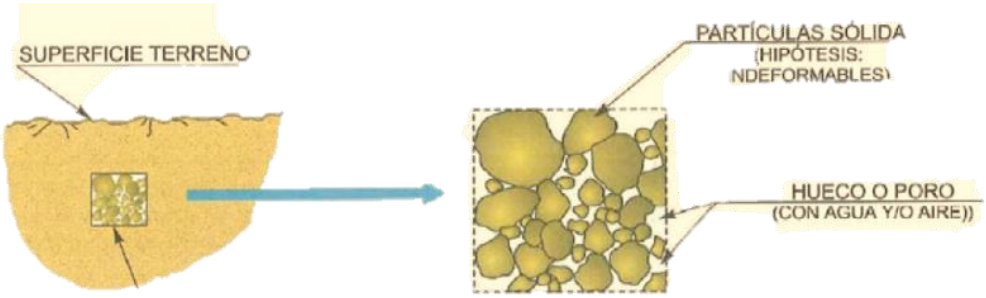
Peso específico

La superficie se define como un pseudo sólido generalmente está conformado por diferentes partículas en estados solido dando como producto una estructura compuesta por poros de aire y agua en diferentes cantidades,

el peso específico del suelo es la cantidad de relación peso-volumen varía con la gravedad específica saturación del suelo.

Figura 10:

Características del peso específico

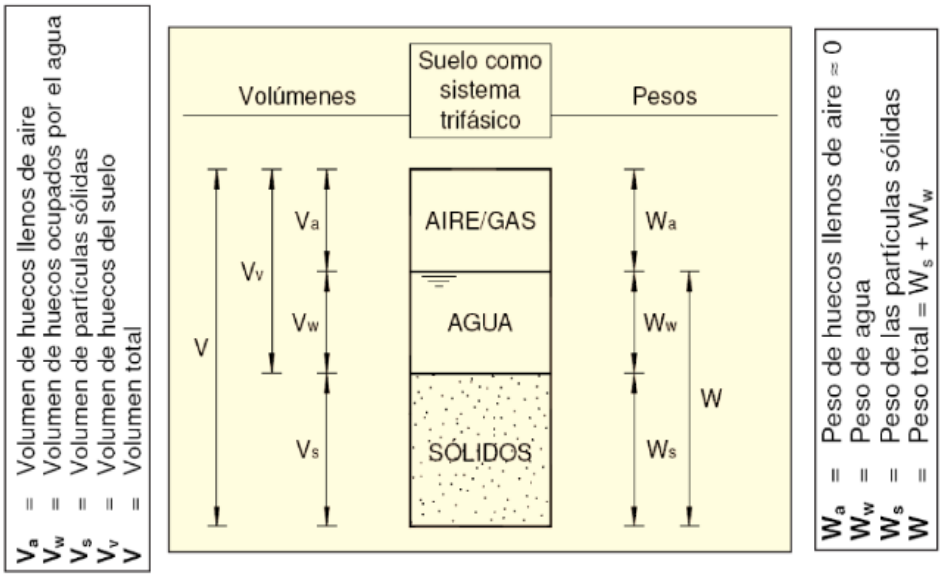


Fuente: Libro de mecánica de suelos. p74 (Guerra, 2018)

Mediante un convención y clasificación, las pruebas de laboratorio indican gravedad específica seca por un lado y humedad por el otro, este término se diferencia de densidad del suelo en términos de masa y volumen, además, a menudo se utiliza una cantidad adimensional llamada gravedad específica relativa, que se define como la relación entre la gravedad específica del agua a una temperatura determinada y gravedad específica del suelo, la gravedad específica está dentro de los límites de 2.56 y 2.72 N/m3. La siguiente figura muestra los componentes del suelo junto con sus propiedades de peso y volumen, que permite determinar las características que describen la composición del suelo (Guerra, 2018).

Figura 11:

Caracterización del suelo



Fuente: Libro de mecánica de suelos p74 (Guerra, 2018)

1.8.6 Clasificación de suelos

El propósito es el reordenamiento de las partículas según sus tamaños que estos son para dividirlos en grupos según el tamaño de las partículas, esto permite la clasificación y comparación de las propiedades de diferentes tipos de suelo, hay 2 formas de clasificar (Guerra, 2018).

"Sistema de clasificación de la Asociación Estadounidense de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO). La clasificación AASHTO se utiliza para carreteras." (Guerra, 2018).

"Un sistema de clasificación según el (SUCS). Como base se utiliza la clasificación cimientos." (Guerra, 2018).

Tabla 1:

Clasificación según AASHTO y SUCS

	BRITÁNICO1	**AASHTO2**	**ASTM3**	**SUCS4**
	Φ(mm)	**Φ(mm)**	**Φ(mm)**	**Φ(mm)**
Grava	60 - 2	75 - 2	>2	75 - 4.75

Arena	2 - 0.06	2 - 0.05	2 - 0.075	4.75 - 0.075
Lino	0.06 - 0.002	0.05 - 0.002	0.075 - 0.005	<0.075 FINOS
Arcilla	<0.002	<0.002	<0.005	

1: BS - 5930: 1981

2: American Association of State Highway and Transportatio Official

3: American Society for Testing and Materials

4: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Fuente: Libro de mecánica de suelos p82 (Guerra, 2018)

1.8.7 Angulo de fricción

Es una medida de resistencia al desplazamiento ocasionado por la acción de fricción que existe entre la superficie de cohesión del objeto y su densidad, los suelos con presencia de gravas tienen mayor contacto dado que particularmente sean angulosas, las cuales presentarán un ángulo de fricción interna alta, sin embargo, los materiales finos presentan un ángulo de fricción interna baja, esta media de ángulo toma el nombre de ángulo de fricción interna, las arcillas plásticas presentan un ángulo de fricción de 0°.

El valor de este ángulo se llama ángulo de fricción, la consistencia de la arcilla plástica se encuentra básicamente en el rango de 0°, adecuado para grava y arena seca, compacta y de alta calidad cerca del límite líquido (por encima de 45°). Normalmente, el ángulo f de la arena es de unos 30° (Guerra, 2018).

Estimación del ángulo de fricción interna de materiales granulares no cohesivos, mediante un ensayo de campo permite estimar el ángulo de reposo o ángulo de fricción interna de un material granular o no cohesivo. El ángulo de rozamiento interno o ángulo de fricción es una propiedad de los suelos y sirve entre sus varias aplicaciones para determinar la capacidad portante de un suelo y determinación de la estabilidad del talud, respuesta de acción de cimentaciones, al estar relacionado el ángulo de fricción con el ángulo de reposo o máximo ángulo posible para la pendiente de un conjunto material granular, se hace posible estimar este dato con una prueba muy sencilla que consiste en relacionar las dimensiones geométricas de una pirámide de dicho material. (Armesto & Pinto, 2018).

Como es el caso de los materiales granulares, el ángulo de reposo coincide con el ángulo de rozamiento interno, en el caso de materiales cohesivos, es necesaria la implementación de equipo de laboratorio y procedimientos normados por la ASTM D3080 para el ensayo de corte directo, para realizar el ensayo es necesario tener en cuenta los siguientes materiales como una regla con al menos 20 cm de longitud, dos escuadras, aproximadamente 100 gramos de material no cohesivo, una bandeja plana, una hoja de papel, una calculadora científica. Procedimiento una vez reunidos todos los implementos necesarios, se procede a realizar el ensayo, teniendo el material, en este caso la arena, en un vaso o en un recipiente fácil de sostener, procede a ubicarlo a una altura de 20 cm de la superficie en que será vertida. (Armesto & Pinto, 2018).

Figura 12:

Ángulo de fricción de material granular

Elaborado por: El autor

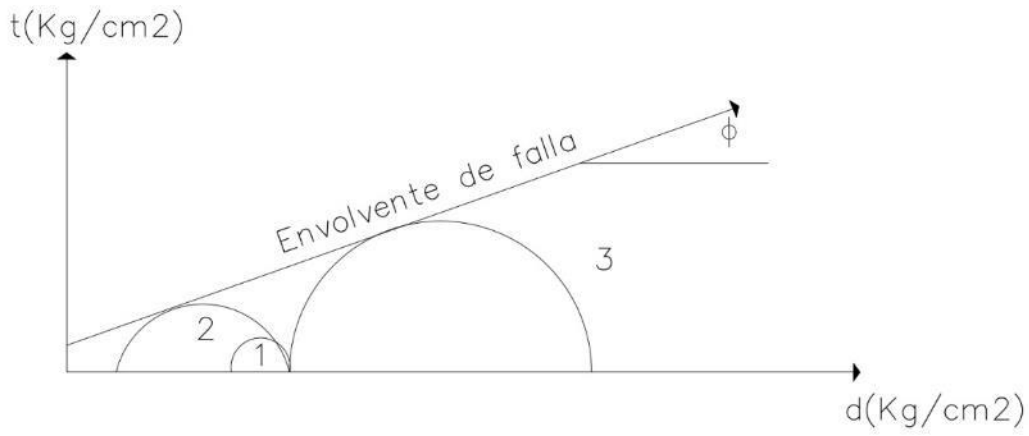
Se comienza a verter la arena, procurando mantener la altura constante, la velocidad de vertido constante, sin que sea muy rápido ni muy lento, ni que se vierta sobre el mismo punto, formando así una especie de pirámide o montículo, tras verter la arena, se procede a medir la altura desde la base de la pirámide hasta el punto más alto sin tocarlo, luego, se mide la longitud de la pared de la pirámide, desde la base hasta el punto más alto, los datos de las mediciones son anotados y reservados para su posterior análisis, este procedimiento se repite mínimo cuatro veces, descartando cualquier repetición con fallas, cabe mencionar que el material que se va a ensayar

debió pasar por un proceso de secado natural, esto es, al sol, por algunos días, ya que una muestra húmeda de material dificulta el procedimiento del ensayo y altera los resultados. (Armesto & Pinto, 2018).

Puede observar que lo que se obtenido son los datos de un triángulo rectángulo, su altura y su hipotenusa, aplicando las propiedades geométricas de un triángulo rectángulo, puede encontrar el ángulo de reposo del material, el cual será igual o similar al ángulo de fricción interna del mismo, esto lo hace aplicando el seno inverso de la altura entre la hipotenusa, estudios indican y demuestran que hay una relación entre el ángulo de flexión interna y los parámetros de densidad relativa y relación de vacíos en suelos granulares, de modo que el ángulo de flexión interna aumenta cuando la relación de vacíos disminuye y la densidad y la densidad relativa aumenta, de igual forma, este ángulo de flexión disminuye al aumentar la porosidad del material. (Armesto & Pinto, 2018).

Figura 13:

Estructura de ángulo de fricción



Fuente: Armesto & Pinto (2018)

1.8.8 Capacidad portante

La capacidad portante de un suelo es una de las propiedades más importantes que éste tiene, ya que nos indica cuán resistente es un suelo ante las cargas, con cargas se refiere al peso que puede ejercer una estructura, un muro de contención, un tanque de agua o cualquier otra estructura, entonces la capacidad portante de los suelos es una propiedad fundamental que nos ayuda a entender cuán resistente va a ser un suelo ante cargas que son permanentes, estas cargas son estáticas y de gran magnitud, por ejemplo, puede ver en la imagen que está ejerciendo sobre el suelo (Mondragón, 2022).

Figura 14:

Esquema de capacidad portante

Fuente: Mondragón (2022)

Una carga Q, pero esta carga Q no se está aplicando puntualmente sobre el suelo, sino que se está transmitiendo de la columna a la cimentación

y de la cimentación hacia el suelo, y se ve que el suelo tiene una resistencia determinada, que se llama capacidad portante y se simboliza con Qs, el símbolo Qs es más usado en libros de concreto armado y significa capacidad portante de servicio, pero también existe otro símbolo que es más manejado en libros de geotecnia. Este símbolo es Qal. Al proviene del término en inglés allowable, entonces Qal significaría capacidad portante permisible. Cuando los técnicos hablan de capacidad portante, se refieren a la capacidad portante de servicio o capacidad portante permisible se verá la capacidad portante última, es necesario precisar data inicial de propiedades del suelo, que son el peso unitario o peso específico, la cohesión y el ángulo de fricción, en base a esos datos, se van a aplicar una ecuación llamada la ecuación de Meyerhof, que es una modificación de la ecuación de Terzaghi para la capacidad portante. Usualmente el cálculo de la capacidad portante, no son los que diseñan las cimentaciones de las estructuras, sino que pasan el valor de la capacidad portante por medio de un estudio de mecánica de suelos. (Mondragón, 2022).

No hay que olvidar que las cimentaciones son estructuras que nos permiten distribuir las cargas de la parte superior de una estructura, a continuación, se ve cómo se calcula la capacidad portante o capacidad portante de servicio, esta se obtiene de la división de la capacidad portante última entre un factor de seguridad. (Mondragón, 2022).

$$q_{all} = \frac{q_u}{FS}$$

Este factor de seguridad es usualmente 3 y nos permite hacer una reducción a la capacidad real que tiene el suelo, para calcular la capacidad portante última es necesario definir los parámetros como el primero de ellos es la forma de la cimentación. Se puede elegir entre una cimentación cuadrada, rectangular o circular, también es necesario definir la profundidad de la cimentación, existen recomendaciones para elegir la profundidad en base a la carga que se tenga, los parámetros de propiedades del suelo y considero que son los parámetros más importantes para el cálculo. Se tiene el peso unitario, ángulo de fricción y cohesión, usualmente se trabaja con cargas verticales o que forman 90 grados con respecto al suelo, una vez que

se ha calculado la capacidad portante última en base a los seis parámetros que les expliqué, se divide entre un factor de seguridad que les mencioné que era 3 y finalmente obtiene la capacidad portante o capacidad portante de servicio, tiene cargas y valores típicos de capacidad portante porque siempre la duda que si un determinado suelo es bueno. (Mondragón, 2022).

Entonces se puede decir que para una vivienda de hasta cinco niveles una capacidad portante buena se encontraría entre 2 y 2.5 kilogramos por centímetro cuadrado, porque las dimensiones de la cimentación para esa estructura no van a ser muy grandes, van a requerir simplemente cimentaciones como zapatas que van a tener dimensiones, también quería mencionarles que el conocimiento de valores típicos de capacidad portante es fundamental ya que muchas veces se manda a hacer estudios de mecánica de suelos a laboratorios particulares y no precisa realmente si el valor que se reporta es adecuado o es coherente con los valores típicos que se muestran en las bibliografías, entonces es bueno saber entre qué rango debe encontrarse la capacidad portante de un suelo específico porque es muy probable que a veces nos reporten valores exagerados o valores muy pequeños para un cierto tipo de suelo que no debería tener ese valor. un suelo granular y con una capacidad portante muy baja entonces ahí habría que hacer una revisión, entonces el conocimiento de estos valores típicos nos va a dar un criterio para nosotros aceptar o rechazar un determinado valor de capacidad portante, que si se aleja demasiado del rango especificado en la bibliografía habría que revisar el estudio completo y quizás pueda haber un error en el cálculo, entonces la tabla de valores típicos de capacidad portante (Mondragón, 2022).

Tabla 1:

Valores típicos de capacidad portante

Tipo de suelo	$q_{s\,(Kg\,/cm^2)}$
Rocas	100 - 15
Gravas arenosas (GW o GP)	05 - 3

Arenas bien graduadas (SW)	3.75 - 2.25
Arenas pobremente graduadas (SP)	3 - 1.75
Gravas Compactas (GM)	2.50 - 1.50
Arenas Limosas (SM)	2
Gravas o arenas arcillosas (GC o SC)	2
suelos inorgánicos y arenas finas (ML o CL)	1
Arcillas Inorgánicas plásticas (CH o MH)	0.5

Fuente: Mondragón (2022).

Los valores típicos de suelos valores altos y valores bajos los valores altos como puede observar en la tabla lo tienen las rocas y los materiales granulares como las gravas y arenas, luego los valores más bajos son aquellas arcillas inorgánicas, las rocas tienen una capacidad portante de servicio entre 100 y 15, las gravas arenosas tienen una capacidad portante entre 5 y 3. Las arenas bien graduadas tienen una capacidad portante entre 3.75 y 2.25, las arenas pobremente graduadas tienen una capacidad entre 3 y 1.75, las gravas compactas tienen una capacidad portante entre 2.5 y 1.5. (Mondragón, 2022).

Las arenas limosas del tipo SM, clasificación SUCS, tienen una capacidad portante aproximadamente de 2. Las gravas o arenas arcillosas tienen una capacidad de 2, los suelos inorgánicos y arenas finas tienen una capacidad de 1. Finalmente, las arcillas inorgánicas tienen una capacidad portante de 0.5. Bueno esta tabla permite precisar la capacidad portante, es que los suelos rocosos o granulares tienen capacidades portantes altas y los suelos más finos tienen capacidades portantes bajas.

(Leidy & Octavio, 2021) Indica que, la estructura que constituye el suelo se llama mecánica de suelos, Ingeniería geotecnia está basada en la caracterización de las propiedades de los suelos estos parámetros ayudan en la caracterización de una estructura de retención.

1.8.9 Análisis granulométrico

Este proceso se refiere a cualquier proceso manual o mecánico mediante el cual las partículas que componen un agregado se pueden separar

por tamaño de manera que se pueda conocer la cantidad en peso del agregado, cada dimensión contribuye al peso total. (Leidy & Octavio, 2021).

Método de análisis granulométrico

Consta de dos tipos prueba: la prueba selecciona la partícula más grande (grava o arena) y comprobar la caracterización de los materiales que pasan por diferentes tamices desde el más fino hasta el más grueso mediante el proceso de tamizado. (Leidy & Octavio, 2021).

Método de tamizado:

Es la separación de los materiales que pasan por diferentes tamices que tienen aberturas de pequeños a más grandes, de esta manera de clasifican los suelos. (Leidy & Octavio, 2021).

Método de sedimentación:

Existen 2 categorías: técnica de sedimentación es la primera, segunda pipeta e hidrómetro, estas técnicas son basadas en la caracterización de los sedimentos en acuífero en el suelo, estas técnicas sólo se deben utilizar con el llamado suelo fino, que se define como el material que queda después de un tamizado en la malla 200 está compuesto principalmente de limo y arcilla. (Leidy & Octavio, 2021).

Curvas de granulometría:

Es una representación gráfica que muestran la clasificación de los materiales de manera cuantitativa como gruesos y finos mediante los procesos físicos tamizado y sedimentación gruesa. (Leidy & Octavio, 2021).

Tabla 2:

Granulométrica

DENOMINACIÓN	BRITANICO	AASHT 2	ASTM 3	SUCS 4
	D en mm	D en mm	D en mm	D en mm
Grava	60 - 2.00	75 - 2.00	>2	75 - 4.75
Arena	2.00 - 0.06	2.00 - 0.05	2.00 - 0.075	4.75 - 0.075

Limo	0.06 - 0.002	0.05- 0.002	0.0075 - 0.005	<0.075
Arcilla	< 0.002	< 0.002	< 0.005	Finos

Fuente: Granulometría Leidy & Octavio (2021).

Las curvas se dibujan en papel semilogarítmico a la escala adecuada. aritmética: coordenadas correspondientes a porcentajes correspondientes al peso de partículas, la medición del grano siempre debe ir acompañada de la prueba límite de Atterberg, este se caracteriza por la consistencia del grano fino y su plasticidad. (Leidy & Octavio, 2021).

- Curva A**:** Material grueso, de buenas proporciones.
- Curva B**:** El terreno está ligeramente inclinado y desnivelado (no hay curva de parada sin extensión).
- Curva C**:** Material aluvial o arcilloso generalmente fino.
- Valla # 200**:** Se para separar material fino.

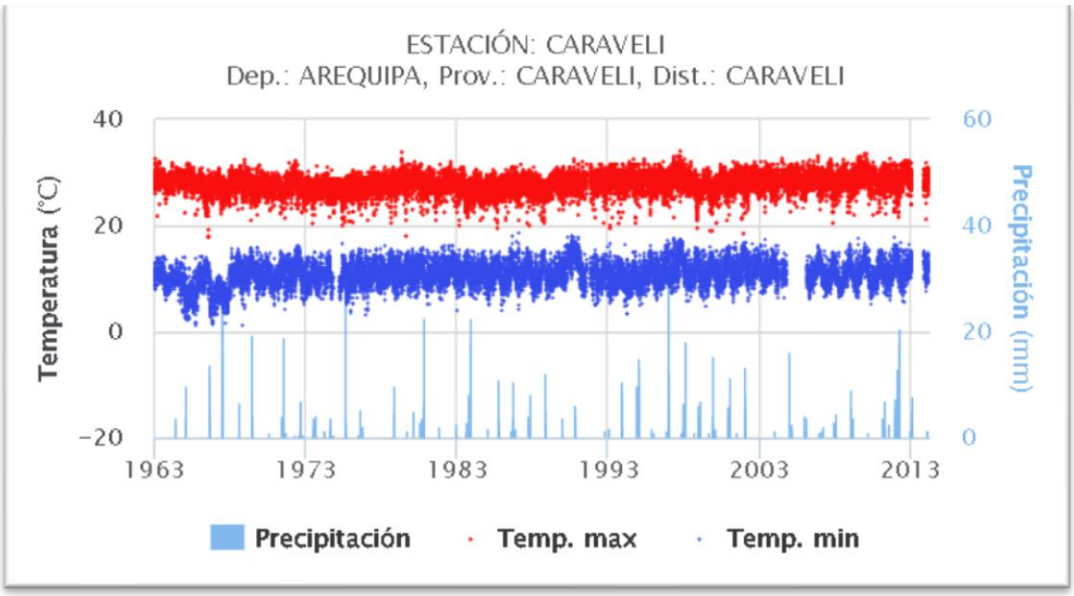
1.8.10 Características hidrográficas

Precipitación pluvial:

Según (Ministerio del Ambiente, 2023). Basado en datos de las estaciones meteorológicas Caravelí y Yanakihua ubicadas cerca del área de evaluación, los valores de precipitaciones se muestran en (las imágenes a continuación). Ambas estaciones muestran datos precipitaciones como mínimas y máximas.

Figura 15:

Estación pluviométrica Caraveli



Fuente: Ministerío del Ambiente (2023)

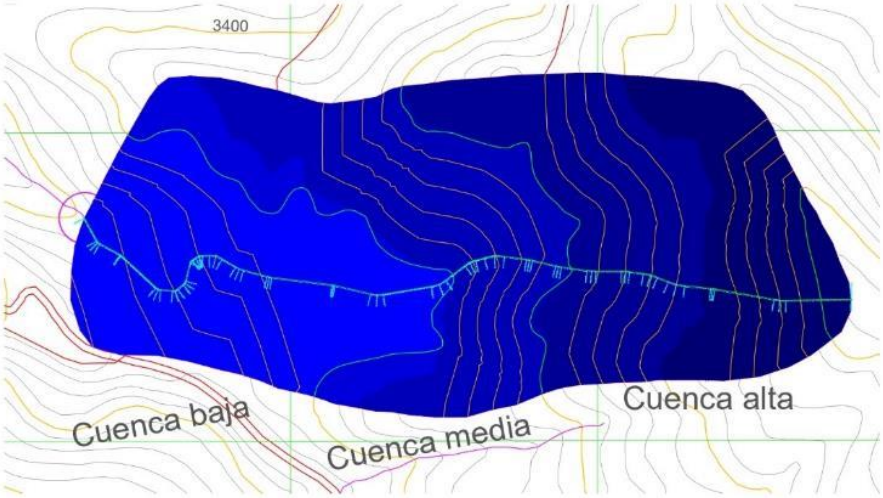
Según (Leidy & Octavio, 2021), la cuenca hidrológica es un espacio natural. por donde el agua fluirá en el sentido de la pendiente negativa no obstante esta cuenca se limita a aguas divisorias, las unidades básicas son la cuenca y el acuífero hidrológico, presentan tres partes alto, medio y bajo.

Tipos de curso (cuenca)

- Curso bajo**:** Se presencia pendientes llanas que corresponde a la zona más baja donde los residuos extraídos de la parte superior caen en una zona denominada llanura aluvial (Flores, 2023).
- Curso medio**:** Este tipo de tanque corresponde al equilibrio entre materia sólida transportada por una corriente y material que fluye de ella. (Leidy & Octavio, 2021).
- Curso alto: Es el inicio de los cursos de cuenca que yace en la cima, esta presenta pendientes pronunciados. (Leidy & Octavio, 2021).

Figura 16:

Partes de una cuenca



Fuente: Flores (2023).

Flujo de Cuencas hidrográficas

- Flujo de cuencas hidrográficas endorreicas: Es cuando el cauce deposita sus aguas en territorio terrestre como lagunas, porque la mayoría de sus aguas son dulces.
- Flujo de cuencas hidrográficas exorreicas: Es cuando el cauce deposita sus aguas en el litoral costeño del mar.
- Flujo de cuencas hidrográficas arreicos: Es cuando el cauce no deposita sus aguas, si no que estas pasan por un proceso de filtración y evaporación de la misma (Flores, 2023).

Característica de cauce

Las características geomorfológicas del cauce son rasgos de la presencia climatológica que juega un papel valioso, estos puntos formarán como parte en las investigaciones para adquirir conocimientos sobre la precipitación y realizar evaluaciones comparativas, se evidenciarán las

componentes geomorfológicas más investigadas sobre el área de intervención. (Leidy & Octavio, 2021).

- Área**:** Se considera una fracción delimitada por coordenadas donde fluye las precipitaciones de las lluvias y donde coinciden en el mismo punto de descarga a través de líneas o canales secundarios. (Leidy & Octavio, 2021).
- Longitud: Es la medida del cauce que representa la unidad de medida de la cuenca. (Leidy & Octavio, 2021).
- Perímetro: Es la medida cuantitativa del contorno de la delimitación de la cuenca. (Leidy & Octavio, 2021).
- Forma: Es representación geográfica de las líneas divisoria de la cuenca, y se representa en diferentes formas como delta abanicos y etc.

Estas características morfológicas permiten precisar parámetros de cuenca en estudio como forma, planimetría de cuenca y forma de cuenca, que nos permiten procesar los estudios previos a la investigación (Flores, 2023).

1.8.11 Características hidráulicas

Modelamiento hidrológico con HEC HMS

Las caracterizaciones hidrológicas más complejas deberían modelarse utilizando HEC-HMS, que es un software dinámico que nos permite precisar los parámetros de diseño de la estructura de retención, cabe señalar que para su modelación de este software necesita precisar la herramienta que permite crear la hoja de trabajo, en seguida se tiene que agregar la cuenca delimitada en formato shp, mediante este proceso se determinara el flujo y sus graficas de flujo de la cuenca agrupados. (Leidy & Octavio, 2021).

Figura 17:

Modelamiento hidrológico con HEC HMS 4.11

Elaborado por: El autor

Modelamiento hidráulico

Según (Leidy & Octavio, 2021), menciona que el modelo hidráulico permite la simulación hidráulica del caudal de agua, hay tipos constantes y no constantes, así como unidireccionales, redes de canales naturales o artificiales, es decir, ingeniería hidrológica - sistema de análisis de ríos (HEC-RAS).

El sistema consta de dos componentes de modelo hidráulico unidireccional:

- La delimitación de la cuenca en estudio en formato shp.
- Estimación de manchas de inundación.

El propósito de esta herramienta es realizar modelación, en cualquier lugar de la superficie del agua, los datos de flujo pueden ser de fluidos newtonianos.

Figura 18:

Modelamiento hidráulico software ArcGIS 10.7

Elaborado por: El autor

1.8.12 Características de rugosidad

Las características de los materiales se clasifican según coeficiente de rugosidad de flujo, este índice es un parámetro que permite precisar la textura del canal o cauce donde se aprecia interacción del fluido y el canal. (Leidy & Octavio, 2021).

El coeficiente de rugosidad (n) puede cambiar porque se necesitan muchas variables diferentes, como la rugosidad del cauce, alineamiento y socavación, entonces de acuerdo al coeficiente de rugosidad se le puede asignar un valor a cada tipo de materia evaluado. (Leidy & Octavio, 2021)

Tabla 3:

Característica de rugosidad

Valores de coeficiente de rugosidad de Manning			
Material involucrado	Tierra	N0	0.020
	Corte de roca		0.025
	Grava fina		0.024

	Grava Gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	N1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	N2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 - 0.015
	Insignificante		0.000
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	N3	0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
Vegetación	Baja	N4	0.005 - 0.010
	Medio		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy alta		0.050 - 0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor		1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: Leidy & Octavio (2021)

1.8.13 Características de huaico

Huaico

El fenómeno del Niño, generalmente esto produce un desborde de los ríos cuando hay abundante lluvia y luego causa enormes sepultamientos de tierra, de barro y ocurre mayormente con intensidad en las zonas cercanas a los ríos, entonces hay muchas pérdidas de materiales, de casas, a veces hay pérdidas de vida también debido a este tema (Rivera, Charles, Armijos, & Aguilar, 2018).

Huaico es causado por una violenta caída de agua que arrastra barro, rocas, árboles y todo lo que encuentra a su paso. Esto puede ser causado por

fuertes lluvias, como el deslizamiento de tierra, como el huaico producido en Chosica en el verano de 1987. (Rivera, Charles, Armijos, & Aguilar, 2018).

Figura 19:

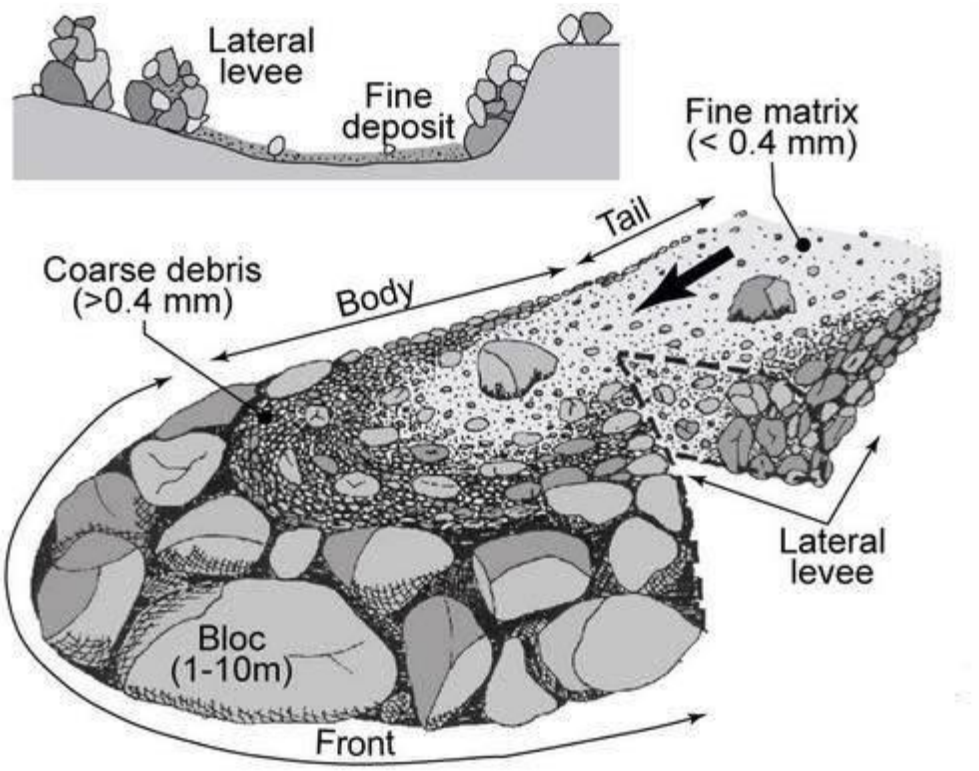
Huaico de Chosica en el verano de 1987

Fuente: Diario la Republica (2023)

La lluvia es la causa principal de los huaicos que se da entre diciembre y abril, además, uno de los resultados de huaicos es la pérdida de pérdidas humanas (Rivera, Charles, Armijos, & Aguilar, 2018).

Figura 20:

Material de arrastre



Fuente: Rivera, Charles, Armijos, & Aguilar (2018)

También es necesario organizar las brigadas de defensa civil antes que inicie las épocas de lluvia, establecer y difundir las rutas de evacuación más seguras, asimismo, solicitar apoyo técnico de defensa civil y realizar simulacros, contar a la mano con mochila de emergencia, evite construir sobre rocas y evite construir sobre lechos de ríos antiguos, una forma de evitar deslizamientos de tierra es seguir las instrucciones proporcionadas por defensa civil, evite construir en áreas propensas a deslizamiento de tierras, pendientes inestables e inundaciones (Rivera, Charles, Armijos, & Aguilar, 2018).

Figura 21:

Charla de defensa civil

Fuente: Rivera, Charles, Armijos, & Aguilar (2018)

Mapas de susceptibilidad

1.8.14 Movimiento de masas

El movimiento masivo en las laderas es un proceso de movilización lento, por la presencia de saturación de suelo sobre el suelo y/o bajo la influencia de la gravedad, conceptualmente se divide en: (Jara & Ramos, 2021).

Deslizamiento: Es un movimiento descendente de masa, suelo o roca que se mueve diagonalmente a lo largo de la superficie de grietas o áreas delgadas donde se produce una gran deformación de masa. (Jara & Ramos, 2021).

Caída: Representan la separación de bloques de roca, suelo en la superficie inicialmente irregular o colapso completo. (Jara & Ramos, 2021).

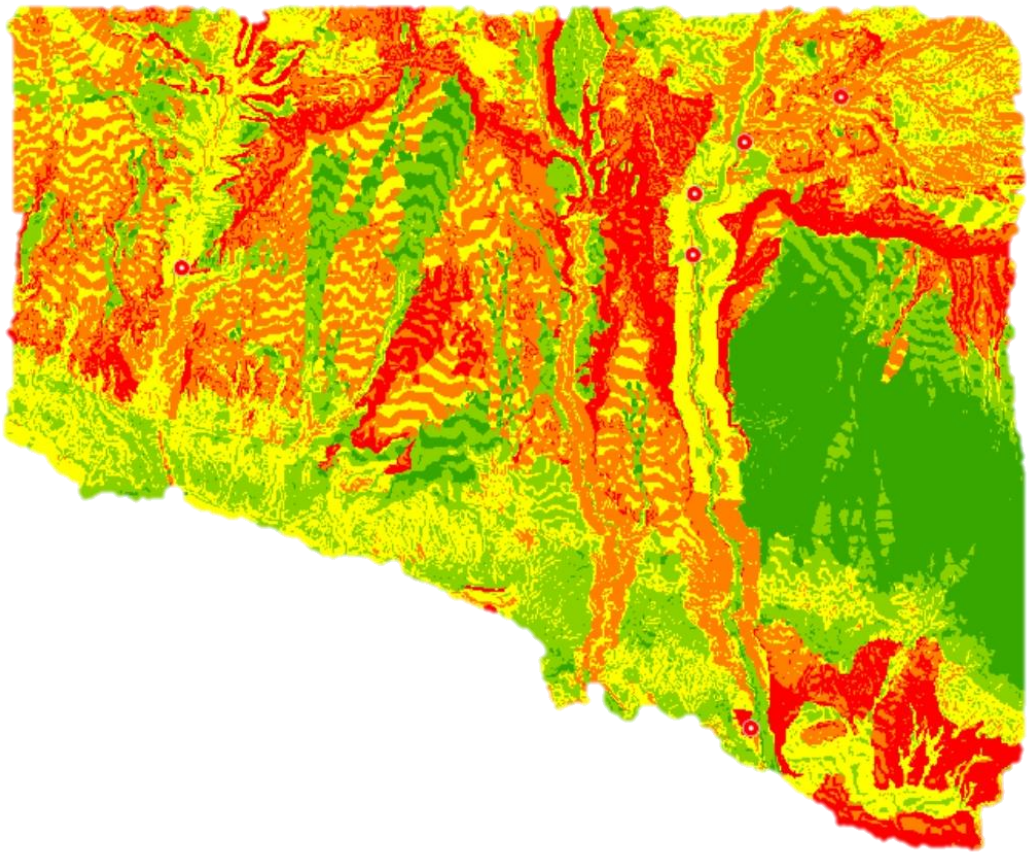
Flujo de detritos (huaico):

Es el movimiento rápido de rocas, escombros, cuando el suelo está saturado de agua ocurren en pendientes pronunciadas (sin canales) y en lechos de arroyos (canalizados). Cuando hay precipitaciones intensas y prolongadas, generalmente se da este tipo de movimiento de lodos formado deltas. (Jara & Ramos, 2021).

Los mapas de susceptibilidad permiten tomar decisiones sobre las zonas vulnerables, las cuales se pueden mitigar o prevenir eventos de desastre en un futuro. Es un mecanismo de evaluación que permite observar los niveles de vulnerabilidad.

Figura 22:

Mapas de susceptibilidad



Fuente: Jara & Ramos (2021)

1.8.15 Características de presa de control

Presas de control

Las presas de control de flujo de detritos son esencialmente estructuras utilizadas para regular y estabilizar caudales o cauces naturales en general, la presa de retención de material de arrastre es utilizado para regular los flujos de escombros que son las presas de gravedad, llamadas así porque responden a choques a los que son sometidas por su propio peso. (López & Alvarez, 2021).

Tipos de presas de control

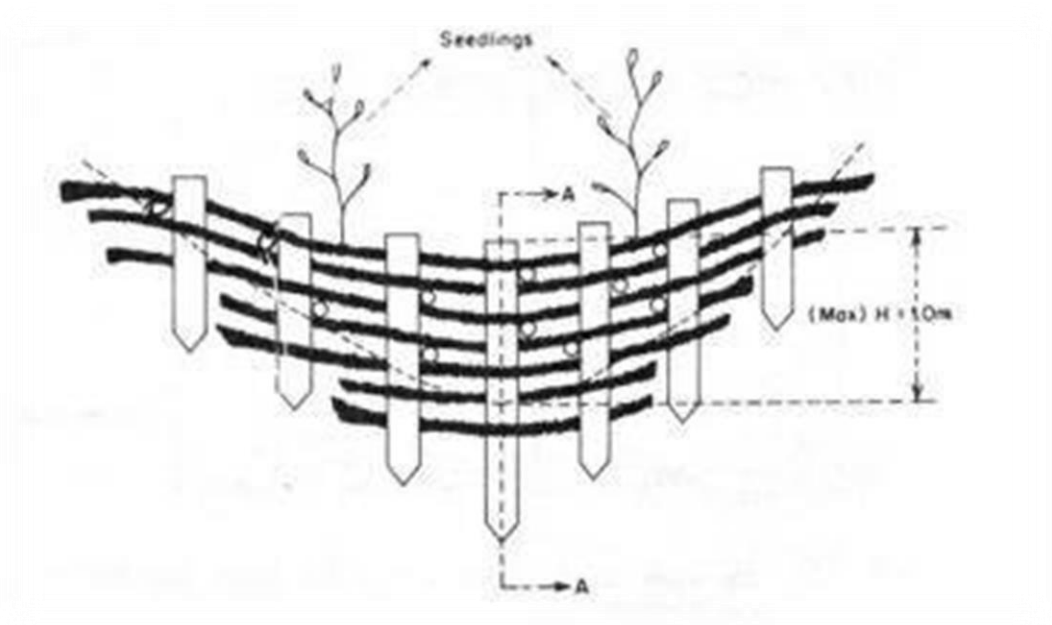
Presas temporales

Presas de madera

Esta estructura de retención es propuesta para avenidas de intensidad baja dado que solo retienen materiales orgánicos, maderas, arbustos y cúmulos de basuras (Flores, 2023).

Figura 23:

Presas de madera



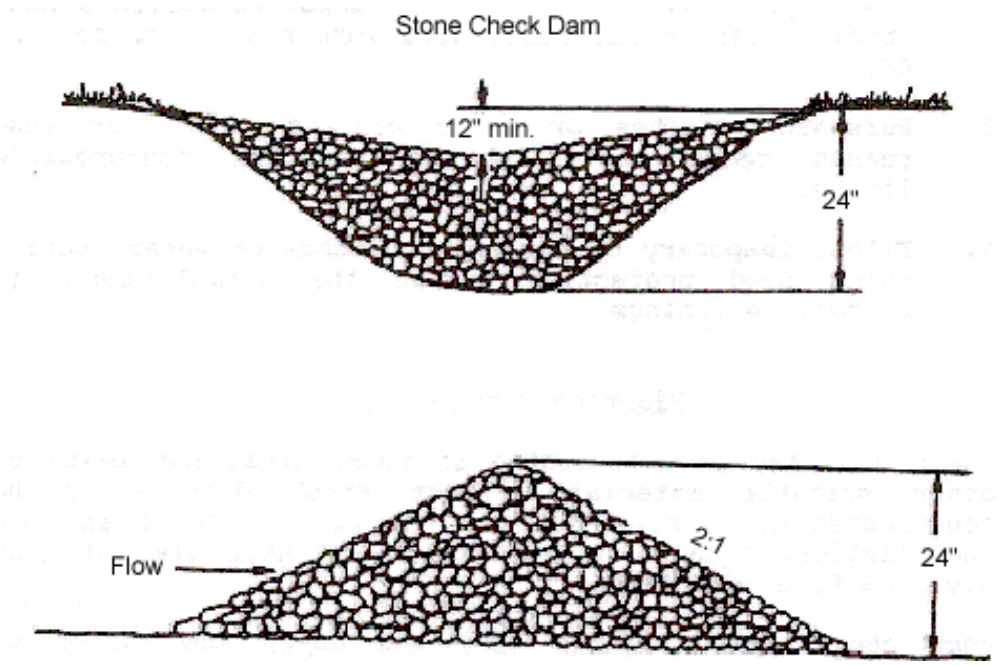
Fuente: Flores (2023)

Presas de piedra

Esta estructura de retención es propuesta para avenidas de intensidad media dado que solo retienen materiales orgánicos, maderas, arbustos, cúmulos de basuras, material fino, gravas medianas (Flores, 2023)

Figura 24:

Presas de piedra



Fuente: Flores (2023)

1.8.16 Presas permanentes

Presas de gaviones

Esta estructura de retención es propuesta para avenidas de intensidad alta dado que retienen materiales orgánicos, maderas, arbustos, cúmulos de basuras, material fino, gravas medianas, bolón de piedra con un diámetro mayor a 1 m (Flores, 2023).

Figura 25:

Presa de gaviones

Fuente: Flores (2023).

1.8.17 Presas de concreto

Esta estructura de retención es propuesta para avenidas de intensidad de gran magnitud dado que retienen materiales orgánicos, maderas, arbustos, cúmulos de basuras, material fino, gravas medianas, bolón de piedra con un diámetro mayor a 5 m (Flores, 2023).

Figura 26:

Presas de concreto

Fuente: Flores (2023).

En los sistemas de control de deslizamientos de tierra se utilizan diques o presas para retener los sólidos, están diseñados para almacenar volúmenes parciales o completos de huaicos, se encuentra en lechos de ríos y arroyos, hay excedente de huayco se descarga a través del rebosadero hacia el canal inferior, por lo que luego se almacena en una presa.

1.9 Definición de términos

Topografía: Es la representación del lugar y la descripción de las características de los puntos y relieves del terreno, utilizado para identificación y registro. (Camacho & De La Cruz, 2023).

Precipitación: Es el proceso físico y químico de dos partículas que se ionizan por el intercambio de electrones coloquialmente conocido interacción de nube blanca y nube cris dándose como producto de interacción se presente la precipitación. (Camacho & De La Cruz, 2023).

Pendiente: Es la variación de un vector, que precisa la orientación de un vector de manera positiva o negativa. (Camacho & De La Cruz, 2023).

Período de retorno: Es una Probabilidad de suceso de ocurrencia de un fenómeno, se estima mediante una distribución de funciones y se precisa mediante períodos de años. (Camacho & De La Cruz, 2023).

Máxima Avenida: Es el caudal de máxima intensidad que fluye a través de un cause, transportando material a su paso, esto se evidencia en las crecidas de un río y como también flujo de detritos. (Leidy & Octavio, 2021).

Presas de control: Es una estructura de retención de material de arrastré, su acción principal es estancamiento de fluidos y disminución de energía cinética del fluido. (Leidy & Octavio, 2021).

Hidráulica: Es una rama de mecánica que investiga el movimiento del fluido y equilibrio de la misma (Flores, 2023).

Hidrología: Se encarga de caracterizar el agua, propiedades químicas y físicas del agua y su ocurrencia y distribución (Flores, 2023).

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

En este apartado se abordará el objeto de estudio y una posible respuesta al objetivo, como también las variables de estudio.

2.1 Formulación de objetivos

2.1.1 Objetivo general

Proponer **diseño de presas de control** para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

2.1.2 Específicos

Determinar los **parámetros hidrológicos** para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

Determinar los **parámetros hidráulicos** para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

Determinar los **parámetros geotécnicos** para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

Determinar el **pre dimensionamiento** de presa para el diseño de presas de control de avenidas para el diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

2.2 Hipótesis

2.2.1 General

- El diseño de presas de control **reduce el peligro de flujo de detritos en más del 85 % ante** la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

2.2.2 Específico

- **HE 1**: El tiempo de contracción será más de 2 horas en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

- **HE 2**: Los caudales máximos obtenidos serán mayores a 25 m3/s en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.
- **HE 3**: La capacidad portante es menor a 2.3 kg/cm2 en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.
- **HE 4**: La altura de borde libre o de resguardo será mayor a 1 m en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

2.3 Variables

Se precisa las variables de la investigación independiente y dependiente

2.3.1 Independiente

V. independiente, es movimiento de masas.

2.3.2 Dependiente

V. dependiente, diseño de presas de control en la quebrada de Secocha.

2.4 Operacionalización de variables

Tabla 4:

Operaciones de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable dependiente		
Presas de control	Parámetros hidrológicos	Levantamiento topográfico Tiempo de concentración Hietograma
	Parámetros hidráulicos	Caudales
	Parámetros geotécnicos	Peso específico del suelo θ de fricción Capacidad portante
		Ancho de corona

	Pre dimensionamiento de presa	Altura efectiva Ancho de base

Variable independiente

Prevención de movimientos rápidos de masa	Características del huaico	Mapa de susceptibilidad

Elaborado por: El autor

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño

3.1.1 Tipo

El presente estudio es de nivel aplicada, dado que el tipo de indagación tiene carácter de resolución de problemas de diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa. Tiene entonces un propósito práctico. y todos coinciden en que se trata de encontrar una solución al problema anterior mediante el diseño de presas de control.

3.1.2 Enfoque

El estudio presenta orientación cuantitativa porque precisa resultados de forma escalar numéricos, estos resultados serán procesados mediante diferentes procedimientos. Así como el cálculo de las precipitaciones acumuladas.

3.1.3 Nivel

El estudio se centra en el nivel descriptivo y explicativo dado se detallan fenómenos que han ocurrido a lo largo del tiempo, así como características geotécnicas del área de la intervención.

3.1.4 Diseño

La investigación carece de proceso experimental, porque solo observa la naturaleza y su contorno para analizar. Cabe señalar, tiene planteamiento paralelo porque recopilan datos en un momento determinado, el momento actual, en parte, este estudio servirá como precedente para una investigación futura.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población de estudio es la cuenca de Secocha tiene una longitud de 4.64 Km, cuenta con 5119 habitantes, esta geolocalizada en coordenadas UTM: por este 695202.41 m E; por norte 8232650.55 m S y zona 18 L.

Figura 27:

Cuenca de estudio de Secocha

Elaborado por: El autor

3.2.2 Muestra

Localización de centro poblado de Secocha

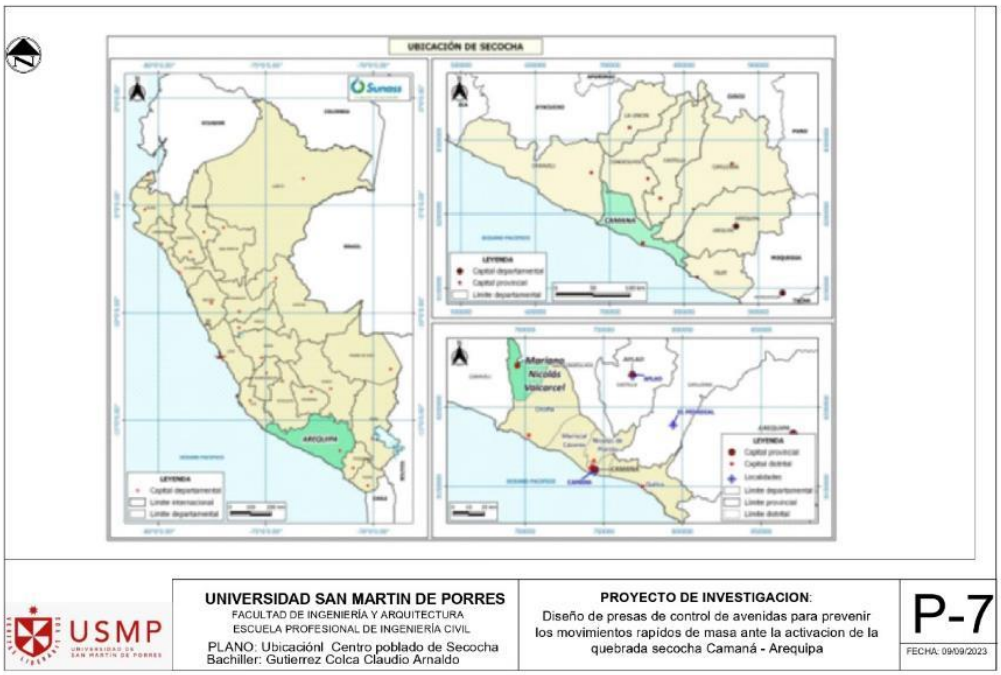
Este centro poblado está ubicado dentro del distrito de Mariano Nicolas Valcárcel, provincia de Camaná, en la región de Arequipa.

Distrito:	Mariano Nicolas Valcarcel
Provincia:	Camaná
Región:	Arequipa
Ubigeo:	040203
Latitud Sur:	15° 58' 48.3" S (-15.98008184000)
Longitud Oeste:	73° 10' 22.1" W (-73.17279572000)
Altitud:	511 m s. n. m.
Huso horario:	UTC-5

“Según (Hernández, Fernándes & Batista, 2018), considera en su libro metodología de la investigación que la muestra no probabilístico o dirigido, se selecciona mediante criterios, observaciones y criterios de expertos (p.203).”

Figura 28:

Plano de ubicación del centro poblado de Secocha



Elaborado por: El autor

La muestra está seleccionada en 3 tramos, con la propuesta de presas de control los cuales dichas presas, tienen un tramo de 46.00, 39.65 y 34.96 m cada presa, por consiguiente, se tiene un tramo de intervención de 120.61 m, se propondrán en diferentes tramos de la cuenca como parte baja de san Martin, parte baja Miski y parte arriba Secocha.

Figura 29:

Vuelo drone cuesta arriba Secocha

Elaborado por: El autor.

Figura 30:

Vuelo drone cuesta arriba Miski

Elaborado por: El autor

Figura 31*:*

Vuelo drone cuesta arriba San Martin

Elaborado por: El autor

Ubicación y accesibilidad al centro poblado de Secocha

El área de estudio se encuentra ubicado en el centro poblado de Secocha que pertenece al distrito de Mariano Nicolas Valcárcel, provincia de Camaná, región Arequipa, nuestro ámbito de estudio comprende la quebrada de Secocha, el acceso es por vía terrestre, que a continuación se presentará en la tabla.

Tabla 5:

Rutas y accesos al área de estudio

Ruta	Tipo de vía	Distancia	Tiempo estimado
Arequipa - Ocoña	Asfaltada	231	3 horas y 56 min
Ocoña - Secocha	Asfaltada	57.9	1 hora y 12 min
Secocha – San Martin	Trocha carrozable	9.9	55min
San Martin – La Poderosa	Trocha carrozable	8.6	45 min
San Martin – Posco Misky	Trocha carrozable	2.8	40 min
Secocha - Pampaylima	Trocha carrozable	1.6	30 min

Elaborado por: El autor

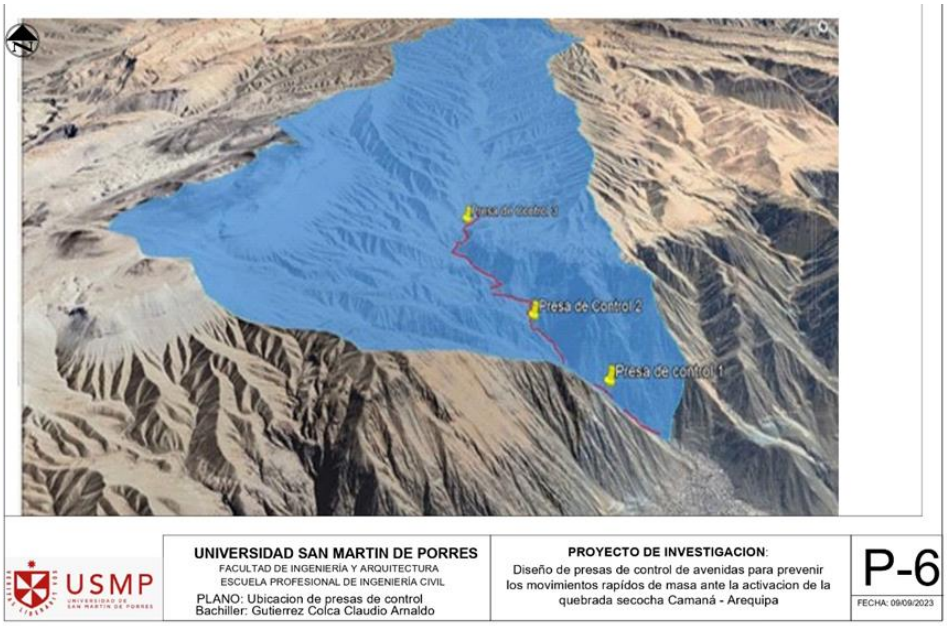
Figura 32:

Centro poblado Secocha

Fuente: Elaboración propia vuelo drone (2023)

Figura 33:

Ubicación de presas de control



Elaborado por: El autor

3.3 Instrumentos y técnica

3.3.1 Ficha de recopilación de base de información

Obtención de data:

Recolección de datos importantes de investigaciones internacionales y nacionales, también se recolecto información de ANA y SENAMHI.

Figura 34:

Servicio nacional meteorología e hidrología del Perú

Fuente: SENAMHI, (2023)

Por otro lado, se recopiló DEMS que son curvas de nivel catastrales de la cuadricula de Caraveli 32p y como también de Eartdatalogin usa Nasa.

Este estudio congrega información de expertos en hidrología y el sistema hidráulico.

Encuesta:

Se elabora una encuesta a especialistas hidráulicos y afines de la carrera ingeniería civil.

Conferencias: Se ha recopilado información relevante de las conferencias asistidas el 7 de setiembre 2023 en el Colegio de Ingenieros

del Perú Consejo Departamental Lima del MSc. Julio Montenegro Gambini: Msc. en Ingeniería de recursos hídricos modelización numérica de movimientos rápidos de masa (flujo de lodo y escombros).

Figura 35:

Modelización numérica de movimientos de masas

Fuente: CIP Lima (2023).

También se asistió a la conferencia el 29 Setiembre 2023 desarrollado por CIP Lima, curso virtual de “Modelamiento hidráulico aplicado a proyecto de protección en quebradas”, expuesto por el Ing. Leonardo Castillo Navarro: Ingeniero civil egresado de la UNI, máster en recursos hídricos por la UNALM.

Figura 36:

Modelamiento hidráulico a protección en quebradas

Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú (2023)

Se recolectó información de la conferencia asistida el 22 de Setiembre del 2023, desarrollado por el CIP Comité Local Cañete – Yauyos, dirigido por el Ing. Juan José Valdivia Carbajal, ingeniero geotécnico, el seminario web denominado “Análisis dinámico de una presa de enrocado”.

Figura 37:

Análisis dinámico de unas presas de enrocado

Fuente: CIP Comité Local Cañete – Yauyos (2023)

3.3.2 Instrumentos

- Obtención y recopilación de información.
- Programa Hydrognamon 4.
- Estimación de función de distribución.
- Procesamiento de precipitación acumulada.
- Muestreo ínsito.
- Gabinete de ensayos laboratorio.
- Obtención de datos geotécnicos.
- Topografía.
- Generación de curvas de nivel.
- Programa Armap10.7.
- Delimitación de área de intervención.
- Procesamiento de HEC – HMS 4.9.
- Procesamiento de caudal de diseño.
- Diseño de presa de control.
- Modelamiento de HEC – RAS 6.4.

Figura 38:

Herramientas de procesamiento

Elaborado por: El autor

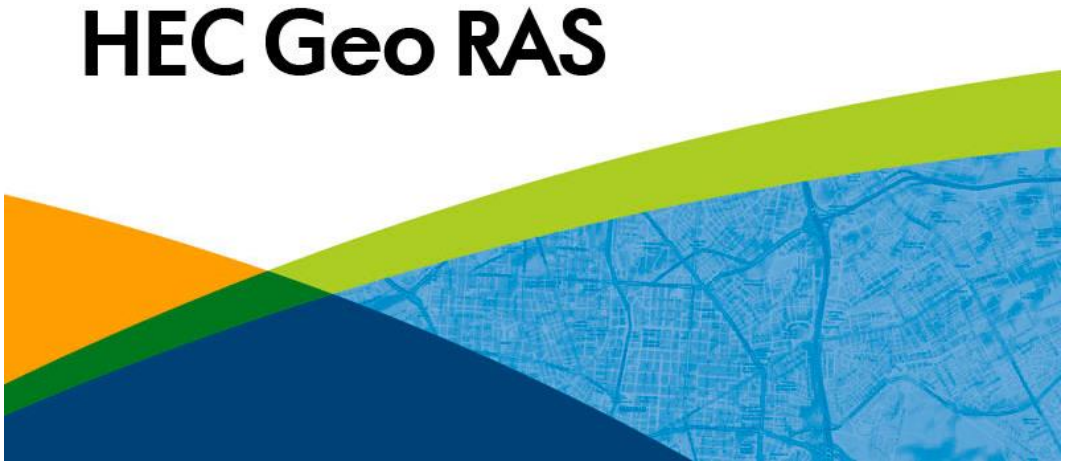
Figura 39*:*

Software modelamiento hidráulico

Fuente: Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. (2023).

Figura 40:

Interacción HEC-RAS y ArcGIS



Fuente: Cuerpo de Ingenieros del ejército de EE. UU. (2023)

3.3.3 Técnica

Visita de campo a la zona de intervención se realiza mediante la percepción, nuestra área de intervención es cuenca de Secocha – provincia de Camaná, dicha área permite el estudio previo a la investigación como el estudio de suelos y levantamiento topográfico, estos resultados nos permiten caracterizar los parámetros de la investigación.

Del mismo modo, se realizó la recopilación de data de suma importancia de ANA Y SENAMHI. Nos permitirá descubrir la hidrología del cauce de investigación, esta información es importante para la indagación, porque canalizará el objetivo fijado.

3.4 Procedimiento

3.4.1 Geolocalización zona de estudio

En primera instancia se realiza la geolocalización del área de intervención utilizando una herramienta de ubicación del espacio al centro poblado de Secocha, provincia de Camaná departamento de Arequipa, se obtuvo la información de zona delimitada.

Tabla 6:

Localización del área de intervención

Coordenada norte	Coordenada este	Zona
8232666.00 m S	695111.00 m E	18 L

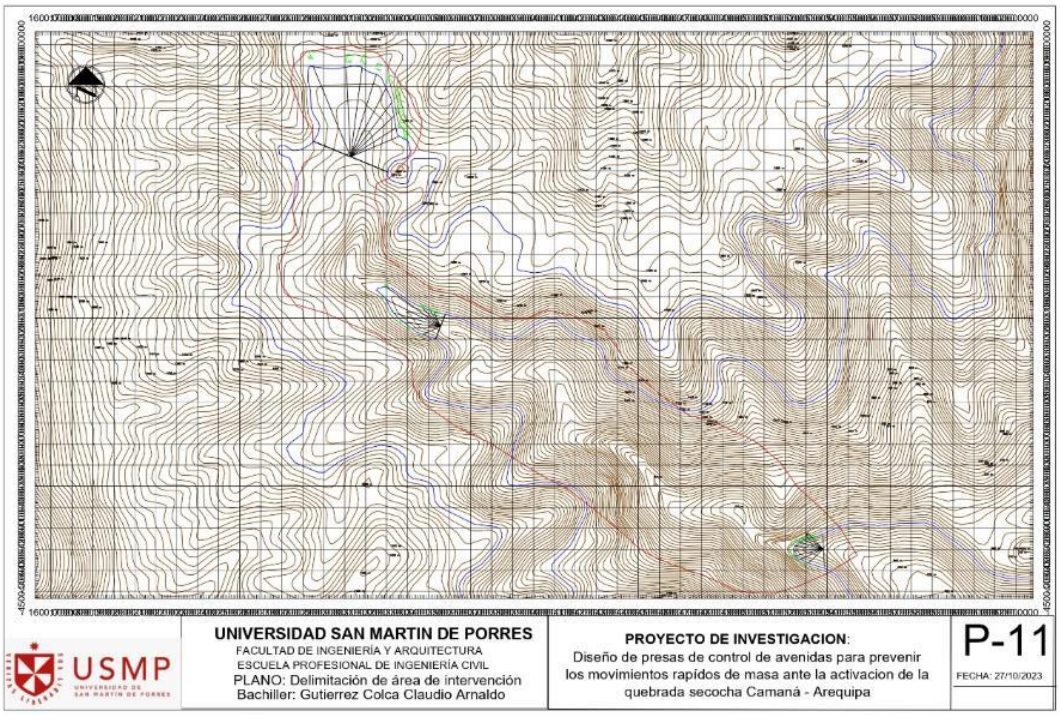
Elaborado por: El autor

3.4.2 Delimitación de zona de estudio

Se delimita el área de intervención mediante el software ArcGIS 10.7 con unidades cuadradas de 45.4 km2 y con longitud perimetral de 34.7km.

Figura 41:

Delimitación de área de intervención



Elaborado por: El autor

Para simular la avenida máxima, previa a la inundación en el cauce de Secocha, se utiliza imágenes digitales de alta resolución y un modelo de elevación digital (DEM), para delinear la cuenca del canal, las observaciones

directas en el campo y la correlación con la evidencia de imágenes satelitales nos permiten cambios en el mapeo de la superficie, desde 2008, Google ha puesto la serie Landsat a disposición gratuita en la nube para uso de código abierto.

Se visitó la quebrada de Secocha para la recolección y extracción del material de estudio correspondientes y los ensayos ínsitos, como también se extrajo 3 muestras representativas para el estudio respectivo.

3.4.3 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se lleva a cabo utilizando Estación total Leica modelo TS06 PLUS del fabricante AYD Terrain Company por su precisión topográfica y tienen menos errores, las fotografías aéreas fueron tomadas con alta precisión utilizando un drone de ala fija. 15 mm X, Y, Z. El GSD era de 50 mm/píxel, el tamaño de los elementos del modelo, terreno digital (DEM) 12.5 x 12.5 m, en la salida de campo se ha verificado que las imágenes de satélite disponibles representan adecuadamente la situación y las características del terreno, este modelo permite identificar las calles y casas de la ciudad. Las imágenes del satélite de 2018 antes del evento mostraron relleno en buen estado.

Figura 42:

Fotografías del drone de la cuenca de Secocha

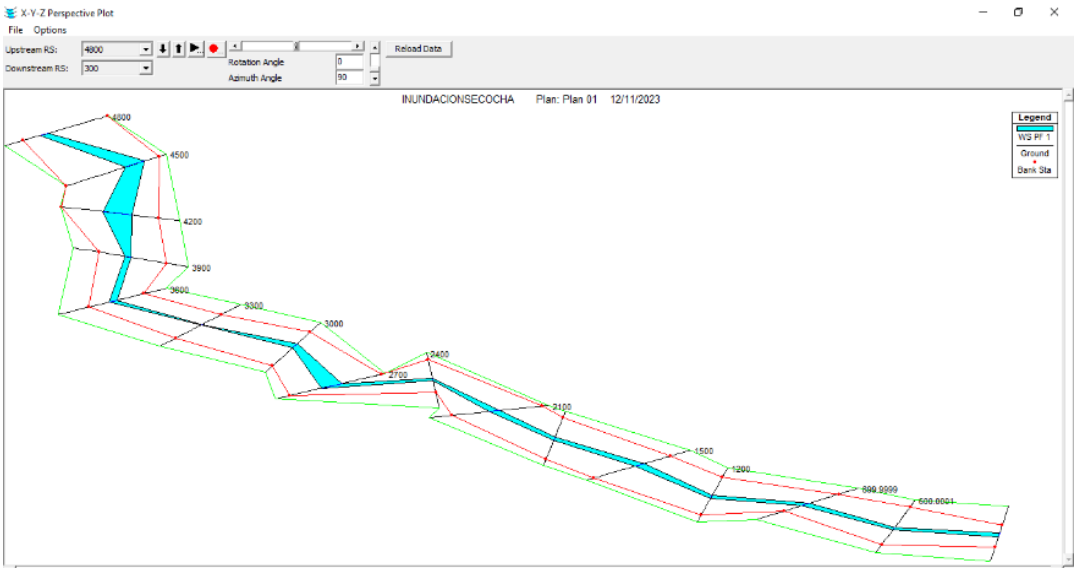
Elaborado por: El autor

3.4.4 Formulación modelos numéricos

La formulación de modelamiento numéricos mediante software de HEC - RAS y HEC - HMS permiten zonificar los mapas de peligro de cuenca y sus posibles inundaciones de la misma, dado que nos permite tomar decisiones en la propuesta de la indagación.

Figura 43:

Modelación de la cuenca Secocha

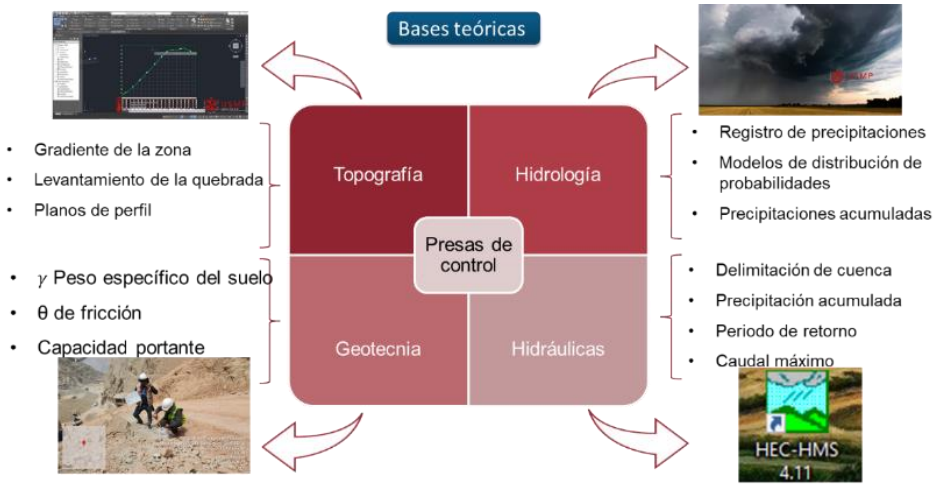


Elaborado por: El autor

Se incluyen dos hidrogramas obtenidos en relación con el modelado hidráulico, desde modelos HEC-HMS hasta modelos digitales 2D HEC-RAS V 6.0 para simulación escorrentía en la cuenca, los resultados de la simulación son para determinar el mapa de susceptibilidad y para luego su análisis.

Figura 44:

Procedimiento de presas de control



Elaborado por: El autor

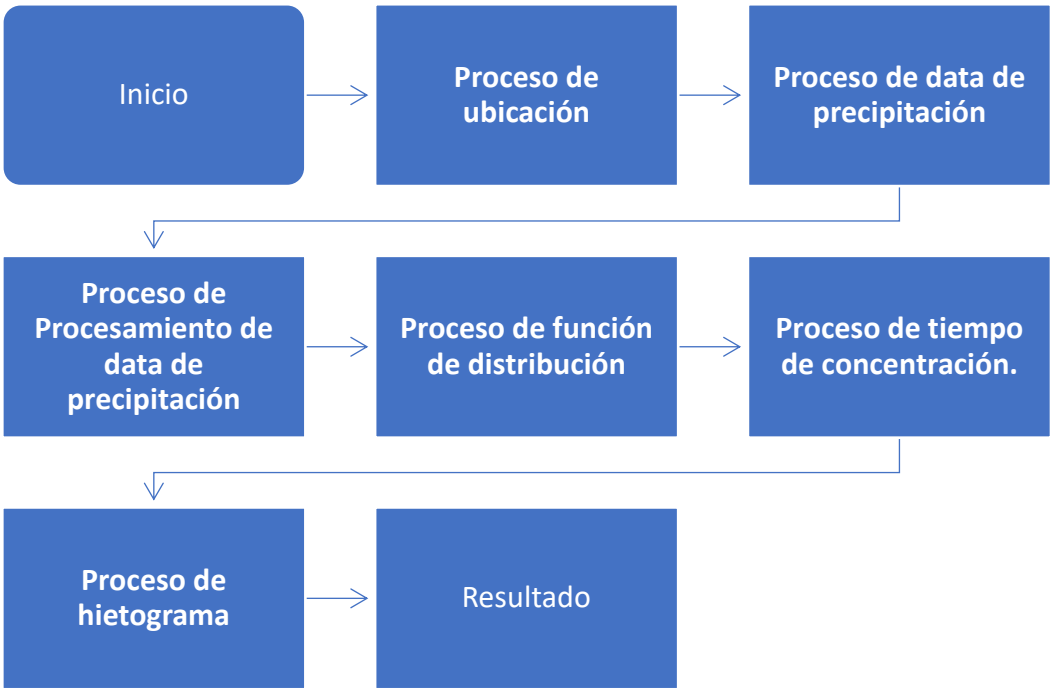
CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Parámetros hidrológicos

4.1.1 Mapa de procesos

Tabla 7:

Proceso de parámetros hidrológicos



Elaborado por: El autor

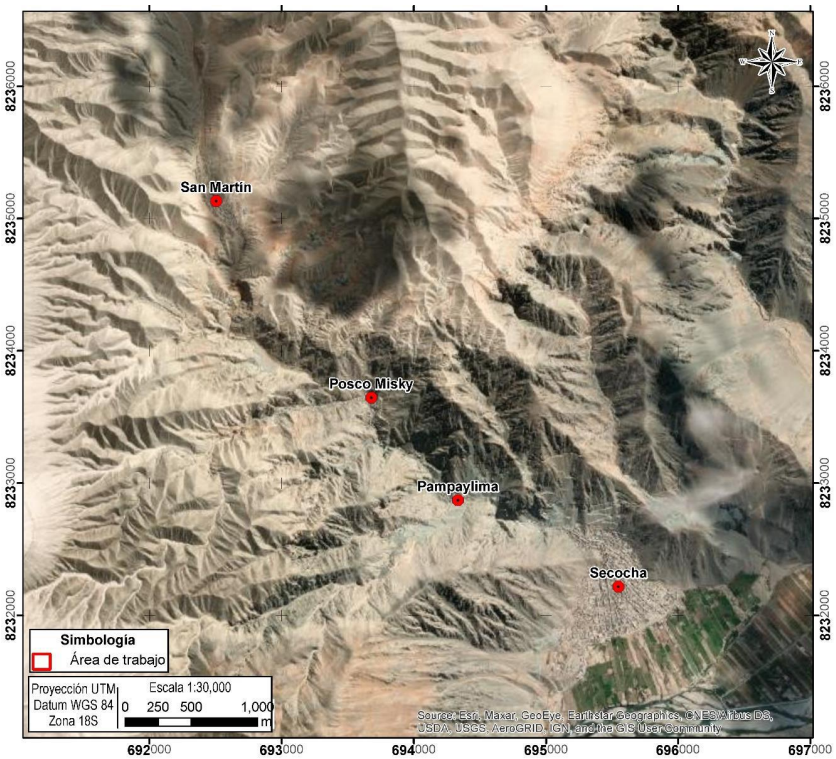
4.1.2 Procesos

Proceso de ubicación

La ubicación de la zona de intervención es el centro poblado de Secocha, está situado en el distrito de Mariano Nicolas Valcárcel Camaná - Arequipa. El límite de estudio corresponde a la quebrada de Secocha, cuya coordenadas UTM es por este: 695659.13 m E y por norte: 8232163.17 m S estas coordenadas están situadas en la zona 18L.

Figura 45:

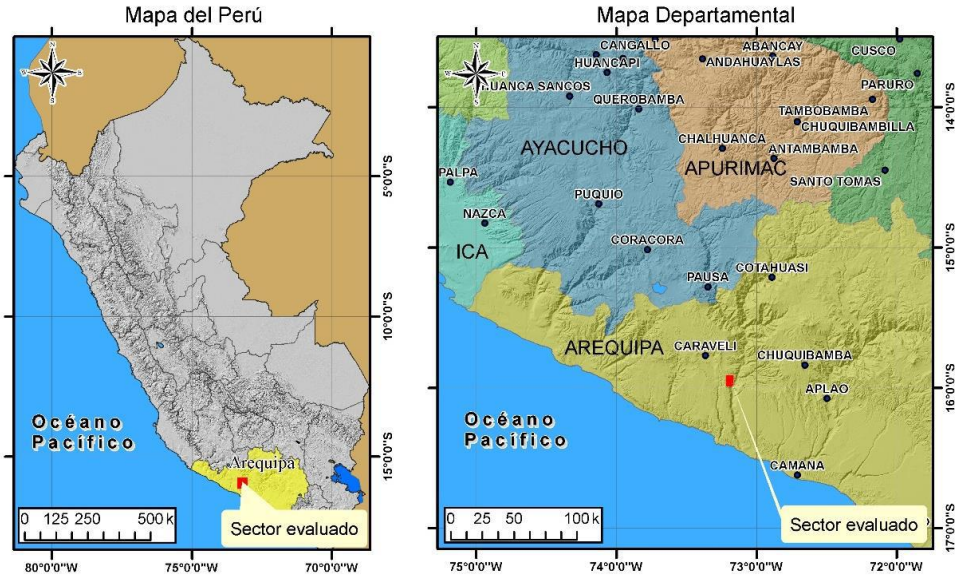
Ubicación geográfica de área de intervención



Elaborado por: El autor

Figura 46:

Delimitación departamental geográfica



Elaborado por: El autor

Proceso de levantamiento planimetría de Secocha

La investigación de presas de control, necesitan las características morfológicas del área de intervención, la cual se realiza el levantamiento topográfico. Los puntos levantados en la coordenada x, la coordenada y la elevación en la coordenada z, estos serán plasmados en la siguiente tabla.

Punto	Coordenada x	Coordenada y	Elevación
P1	59.0444	10.0104	606
P2	59.0294	10.0124	597
P3	59.0144	10.0124	589
P4	58.9984	10.0074	581
P5	58.9804	10.0045	575
P6	58.9764	9.9935	572
P7	58.9634	9.9875	564
P8	58.9434	9.9735	556
P9	58.9274	9.9585	554
P10	58.9104	9.9505	548
P11	58.8974	9.9465	543
P12	58.8854	9.9426	538
P13	58.8624	9.9426	530
P14	58.8523	9.9396	527
P15	58.8433	9.9266	524
P16	58.8373	9.9146	523
P17	58.8323	9.8956	521
P18	58.8313	9.8786	520
P19	58.8333	9.8566	512
P20	58.8323	9.8406	505
P21	58.8272	9.8206	498
P22	58.8172	9.7636	485
P23	58.8051	9.6946	474
P24	58.7961	9.6386	463
P25	58.786	9.5836	452
P26	58.781	9.5586	448
P27	58.6922	9.3181	392
P28	58.7763	9.5876	449
P29	58.7783	9.6006	451
P30	58.7813	9.6136	453
P31	58.7813	9.6146	453
P32	58.7813	9.6156	454
P33	58.7843	9.6286	456
P34	58.7853	9.6406	459
P35	58.7873	9.6526	462
P36	58.7883	9.6646	464
P37	58.7913	9.6756	466
P38	58.7923	9.6856	468
P39	58.7943	9.6966	471
P40	58.7963	9.7046	472

P41	58.7963	9.7106	473
P42	58.7973	9.7146	474
P43	58.8003	9.7256	475
P44	58.8003	9.7326	476
P45	58.8033	9.7466	478
P46	58.8053	9.7636	481
P47	58.8093	9.7826	485
P48	58.8113	9.7986	488
P49	58.8153	9.8156	492
P50	58.8163	9.8306	495
P51	58.8203	9.8496	500
P52	58.8213	9.8586	504
P53	58.8233	9.8666	508
P54	58.8243	9.8746	511
P55	58.8243	9.8806	513
P56	58.8233	9.8876	515
P57	58.8223	9.8946	518
P58	58.8223	9.8986	519
P59	58.8223	9.9046	521
P60	58.8223	9.9096	521
P61	58.8233	9.9156	521
P62	58.8243	9.9216	522
P63	58.8253	9.9256	522
P64	58.8273	9.9316	523
P65	58.8283	9.9356	523
P66	58.8303	9.9406	523
P67	58.8333	9.9446	524
P68	58.8343	9.9476	524
P69	58.8363	9.9506	524
P70	58.8393	9.9546	525
P71	58.8433	9.9596	526
P72	58.8513	9.9636	530
P73	58.8593	9.9636	533
P74	58.8663	9.9636	535
P75	58.8703	9.9636	537
P76	58.8753	9.9636	538
P77	58.8813	9.9656	541
P78	58.8813	9.9656	541

P79	58.8863	9.9666	543
P80	58.8933	9.9686	545
P81	58.8983	9.9696	547
P82	58.9053	9.9726	550
P83	58.9113	9.9766	552
P84	58.9183	9.9796	554
P85	58.9233	9.9836	556
P86	58.9293	9.9886	556
P87	58.9323	9.9916	557
P88	58.9373	9.9976	557
P89	58.9443	10.0026	557
P90	58.9513	10.0066	562
P91	58.9593	10.0106	567
P92	58.9643	10.0126	571
P93	58.9683	10.0146	572
P94	58.9693	10.0166	573
P95	58.9703	10.0186	574
P96	58.9703	10.0226	575
P97	58.9713	10.0246	575
P98	58.9733	10.0266	577
P99	58.9773	10.0266	578
P100	58.9803	10.0266	579
P101	58.9853	10.0286	580
P102	58.9883	10.0286	582
P103	58.9933	10.0296	583
P104	58.9983	10.0306	585
P105	59.0023	10.0326	588
P106	59.0053	10.0336	590
P107	59.0103	10.0336	592
P108	59.0143	10.0336	594
P109	59.0193	10.0336	597
P110	59.0253	10.0336	601
P111	59.0293	10.0326	604
P112	59.0333	10.0316	606
P113	58.8046	9.5459	157
P114	58.8065	9.5559	155
P115	58.8084	9.5669	154
P116	58.8102	9.5799	151

P117	58.8121	9.59	149
P118	58.8121	9.59	149
P119	58.8149	9.603	146
P120	58.8167	9.614	144
P121	58.8186	9.6241	142
P122	58.8194	9.6351	139
P123	58.8213	9.6471	137
P124	58.8231	9.6591	134
P125	58.825	9.6721	132
P126	58.8287	9.6912	130
P127	58.8315	9.7092	127
P128	58.8341	9.7323	123
P129	58.8379	9.7493	120
P130	58.8397	9.7643	117
P131	58.8425	9.7814	113
P132	58.8452	9.7994	108
P133	58.8481	9.8135	104
P134	58.85	9.8205	101
P135	58.85	9.8205	101
P136	58.8508	9.8295	97
P137	58.8518	9.8365	94
P138	58.8507	9.8405	93
P139	58.8496	9.8475	90
P140	58.8495	9.8555	88
P141	58.8494	9.8615	86
P142	58.8493	9.8665	86
P143	58.8502	9.8775	85
P144	58.8511	9.8815	85
P145	58.8531	9.8885	84
P146	58.855	9.8946	84
P147	58.8559	9.8976	83
P148	58.8618	9.9097	83
P149	58.8637	9.9127	82
P150	58.8677	9.9167	80
P151	58.8706	9.9198	79
P152	58.8746	9.9208	78
P153	58.8806	9.9239	75
P154	58.8846	9.924	74

P155	58.8896	9.924	72
P156	58.8936	9.9241	71
P157	58.8966	9.9231	70
P158	58.8966	9.9231	70
P159	58.9006	9.9242	69
P160	58.9036	9.9242	67
P161	58.9086	9.9253	65
P162	58.9126	9.9263	64
P163	58.9175	9.9274	62
P164	58.9225	9.9295	61
P165	58.9275	9.9315	59
P166	58.9344	9.9346	56
P167	58.9344	9.9346	56
P168	58.9404	9.9377	54
P169	58.9453	9.9418	52
P170	58.9513	9.9469	51
P171	58.9582	9.954	51
P172	58.9631	9.958	50
P173	58.9711	9.9641	48
P174	58.977	9.9682	44
P175	58.983	9.9703	40
P176	58.9899	9.9744	36
P177	58.9919	9.9764	34
P178	58.9948	9.9804	32
P179	58.9958	9.9855	31
P180	58.9987	9.9875	30
P181	59.0027	9.9886	28
P182	59.0087	9.9886	27
P183	59.0157	9.9907	24
P184	59.0187	9.9908	24
P185	59.0237	9.9918	22
P186	59.0277	9.9929	19
P187	59.0326	9.995	17
P188	59.0346	9.995	16
P189	59.0397	9.994	13
P190	59.0456	9.9951	10

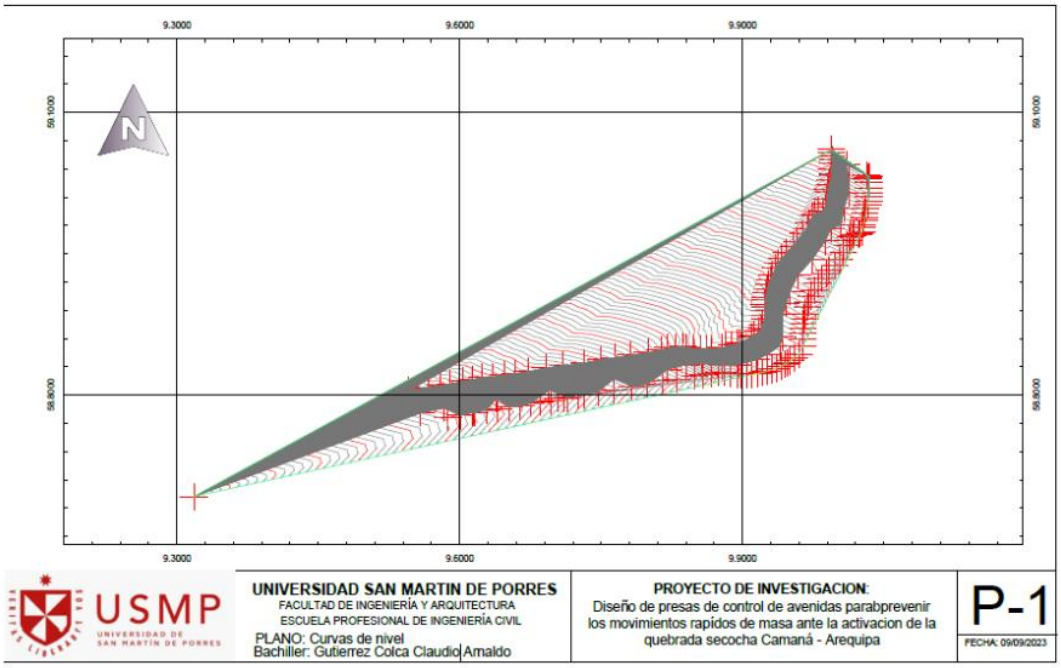
Figura 47:

Levantamiento de puntos con Leica TS06(Estación total)

Elaborado por: El autor

Procesamiento de en AutoCAD civil, presenta su geo referencia como norte y sur y la orientación magnética del norte.

Figura 48: *Curvas de nivel del área de intervención*



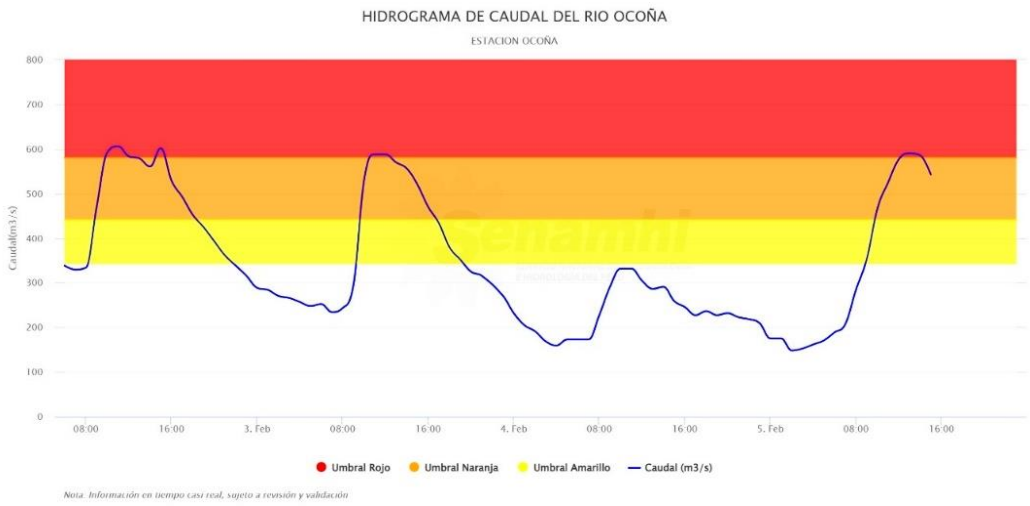
Elaborado por: El autor

Proceso de data de precipitación

Se recopiló data de SENAMHI, ente que registra información meteorológica de las cuencas y el propósito fundamental de la misma es dar a conocer e informar basándose en normas técnicas según el Organización Meteorológica Mundial (OMM), por consecuente se recopila información de esta entidad dado su confiabilidad, para la indagación se toma la estación de Ocoña, que está dentro de nuestro límite de cuenca en estudio.

Figura 49:

Estación Ocoña



Fuente: SENAMHI (2023)

Proceso de procesamiento de data de precipitación

Funciones de distribución máxima.

Para la determinación de las funciones de distribución, en primera instancia la data recopilada del ente mencionado, nos proporciona precipitaciones mensuales de enero a diciembre, estos valores registrados en milímetros durante un año presentan valores distintos según las intensidades de precipitación, para la investigación se trabajará solo con valores de máximos registrado, por consiguiente, de la data se selecciona solo los datos máximos de cada año, enseguida se plasmará.

Tabla 8:

Registro de precipitaciones máximas mensual

REGISTRO DE PRECIPITACIONES MAXIMAS MENSUAL		
	Estación	OCOÑA
Departamento:	AREQUIPA	
Provincia:	CAMANA	
Distrito:	OCOÑA	

Latitud: 16°25´37.2"EHMA-

Longitud: 73°6´52.2"

Altitud: 23msnm

Tipo: Hidrología

Código: 472D23BE

Año	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Máximos
1965	5.1	7.1	5.7	20.4	54.7	59.6	58.7	15.8	2.6	1.4	1.9	3.7	59.6
1966	4.8	6.9	5.9	19.3	47.4	50.4	50.6	14.7	2.5	1.4	1.8	3.6	50.6
1967	8	11.1	11.3	37.1	96.2	108.8	100.8	24.7	4.1	2.1	3	5.7	108.8
1968	8.1	11.3	11.7	37.4	93.2	105	98.5	24.5	4.1	2.1	3	5.7	105
1969	6.7	9.5	9.3	30.1	75	83.6	78.8	20.3	3.4	1.9	2.5	4.9	83.6
1970	7.1	10.1	10.6	33.7	84.4	96.5	87.4	21.2	3.6	2	2.7	5.4	96.5
1971	6.5	9.6	9.7	30.4	73.7	83.4	77.9	19.7	3.4	1.9	2.5	5	83.4
1972	10.1	14.3	15.7	50.4	129.5	150.3	135.2	30.9	5.1	2.6	3.7	7.3	150.3
1973	7.4	10.3	10.4	33.7	95.1	94.9	89.7	22.8	3.8	1.9	2.7	5.2	95.1
1974	7.2	10.3	10.5	33.9	86.3	98.2	89.6	21.8	3.7	2	2.8	5.4	98.2
1975	7.8	11.3	11.8	37.2	90.9	104	96.4	23.7	4	2.2	2.9	5.7	104
1976	7.9	11.3	11.6	37.3	93.9	106.9	98.8	24.1	4.1	2.2	3	5.7	106.9
1977	7	9.8	9.5	31.3	78.2	87.1	82.8	21.2	3.6	1.9	2.6	4.9	87.1
1978	5.5	7.8	7	22.8	55.6	60	59.6	16.9	2.9	1.5	2	3.9	60
1979	5.8	8.3	8	25.3	62	68.6	65.3	17.7	3	1.7	2.1	4.3	68.6
1980	5.7	7.9	7	23.3	58.7	63.5	63.2	17.4	2.9	1.6	2.1	4	63.5
1981	7.9	11.3	11.8	38	96.2	110.1	100.4	24	4.1	2.2	3	5.8	110.1
1982	6.7	9.4	9	29.3	72.7	80.2	77.1	20.4	3.4	1.8	2.5	4.7	80.2
1983	5.2	7.4	6.3	21.1	52.8	56.4	57	16.1	2.7	1.5	1.9	3.8	57
1984	9	12.7	13.8	43.9	111.5	128.3	115.7	27.2	4.6	2.4	3.4	6.5	128.3
1985	7.6	11.3	12.5	38.5	93.4	108.1	96.9	23.2	4	2.2	2.9	6	108.1
1986	8	11.5	12.2	38.9	97.6	113.2	102.4	24	4.1	2.3	3	6	113.2
1987	5.7	8	7.3	24.2	61	67.4	64.4	17.1	2.9	1.6	2.1	4.2	67.4
1988	8.2	11.5	12.1	38.6	96.6	109.3	101.4	24.9	4.2	2.2	3.1	5.8	109.3
1989	7.4	10.3	10.4	33.7	84.9	94.9	89.7	22.8	3.8	1.9	2.7	5.2	94.9
1990	7.1	9.9	9.6	31.4	79	87.5	84.2	21.7	3.6	1.9	2.6	5	87.5
1991	7.2	10	9.7	32.4	83.6	94.4	88.5	21.8	3.7	1.9	2.7	5.1	94.4
1992	4.2	5.9	4.4	15.3	38.7	40.5	41.1	12.4	2.2	1.3	1.6	3.1	41.1
1993	7.1	10	10	32.3	80.9	91.2	85.5	21.5	3.6	2	2.7	5.1	91.2
1994	6.7	9.5	8.6	30	79.5	90.6	86.1	20.9	3.5	1.8	2.4	4.8	90.6
1995	7.4	10.3	10.2	33.2	83.5	93	88.7	22.6	3.8	1.9	2.7	5.2	93
1996	7.6	10.8	10.8	35.5	91	102.8	95.7	23.4	3.9	2	2.9	5.5	102.8
1997	8.4	12	12.8	40.8	103.7	119.4	108.4	25.7	4.3	2.3	3.2	6.2	119.4
1998	8.7	12.6	11.6	41.7	114.4	134.1	125.7	29	4.4	2	2.9	5.9	134.1
1999	10.3	14.3	15.2	50.2	130.5	149.9	137.1	31.7	5.2	2.6	3.8	7.1	149.9
2000	8.9	12.6	13.2	42.6	108.4	124.5	114	27.1	4.5	2.4	3.3	6.4	124.5
2001	8.6	12.2	12.6	40.9	104.5	119.3	110.4	26.5	4.4	2.3	3.2	6.1	119.3
2002	8.7	12.2	12.8	41.4	103.8	117.9	109.6	26.5	4.4	2.3	3.2	6.1	117.9
2003	5.7	8	7.2	23.7	59.1	64.5	63.2	17.2	2.9	1.6	2.1	4.1	64.5
2004	6.2	8.8	8.5	27.9	71.6	81.1	75.4	18.7	3.2	1.8	2.3	4.7	81.1

2005	5.8	8.2	7.4	24.5	60.9	67.1	65	17.3	3	1.7	2.2	4.2	67.1

Elaborado por: El autor

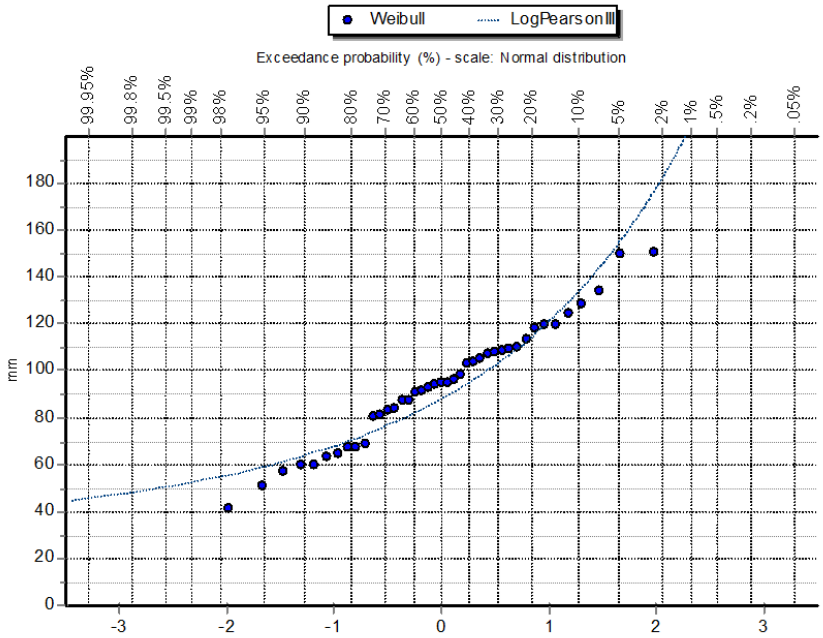
Proceso de función de distribución

En primera instancia se trabaja con precipitaciones máximas anuales de un año normal, o sea en un período desde enero a diciembre la precipitación máxima anual, en la investigación se recolectó un registro de precipitaciones de 41 años, que es desde 1965 hasta el 2005. Para ello se insertó un recuadro piden el año de inicio, datos tienen por año de inicio 1965, ahora nos faltan 40 años más para que sea hasta el 2005.

Ahora se copian los datos seleccionados de la entidad de SENAMHI, se hace el análisis estadístico de las precipitaciones máximas, la herramienta HYDROGNOMON no sólo hace la parte estadística de hidrología también puede hacer lo que son hidrometría evapotranspiración entre otros, se analizan los puntos que se aprecian de color azul.

Figura 50:

Distribución de función Pearson III



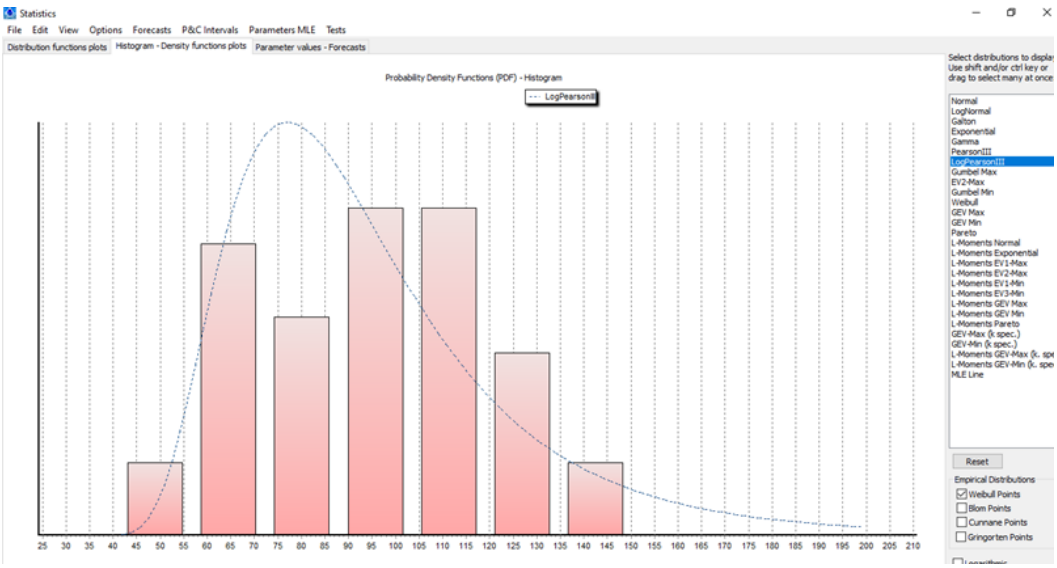
Elaborado por: El autor

Sin embargo están colocados de menor a mayor, según la distribución empírica de Weibull, que es una distribución que se utiliza para variables aleatorias ya sean precipitaciones o caudales entre otros es una distribución

base, pero no sólo ordenan los datos de menor a mayor, como se aprecia en el cuadro sino que también de acuerdo al nivel o a la probabilidad de excedencia, se tiene un dato menor de precipitación según el gráfico es 40 tiene una probabilidad de excedencia del 98%, en cambio nuestro dato mayor en este caso es 150, aproximadamente tiene un valor de excedencia del 5%, eso quiere decir que hay mayor cantidad de datos encima de este valor, los cuales son los puntos que se pretende hallar las precipitaciones máximas a diferentes períodos de retorno, es decir que para hallar una precipitación máxima ya sea de 25, 50 y 100 años se necesita mayores datos que se tiene que ajustar a nuestra distribución base de Weibull a una distribución ya conocida como la normal, log normal, gamma, Pierson III y log Pierson, las distribuciones se ajustan mejor la distribución, se debe de hacer un test de bondad de ajuste en este caso nos da dos test la que es la xi cuadrado y Kolmogórov-Smirnov, cabe señalar que la xi cuadrado es un test para distribuciones simétricas es la normal o la distribución de gauss que forma una campana simétrica, en cambio las distribuciones asimétricas tienen un pequeño sesgo ya sea positivo o negativo.

Figura 51:

Distribución asimétrica



Elaborado por: El autor

Las precipitaciones se ajustan mejor a una distribución asimétrica, entonces la prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov que es una prueba empírica que se puede aplicar a cada una de estas distribuciones el nivel de significancia al 1%, 5% y 10% generalmente en hidrología se trabaja con niveles de significancia del 5%, sin embargo también pueden hacerse trabajos con nivel de significancia del 1% si se quiere ser riguroso, o el 10% si se quiere ser menos riguroso, la distribución que se ajusta mejor dependerá del D-máximo, este es la diferencia entre cada una de estas distribuciones y la distribución base que son los puntos en el grafico que se puede apreciar, se debe de saber cuáles son las distribuciones que se usan para máximas son la normal distribución normal a veces se usa la log normal la gamma la Pearson, la Pearson tipo 3, la log de Pearson tipo 3 y finalmente Gumbel, Kolmogórov-Smirnov sugiere ver el porcentaje de ajuste de cada una de estas distribuciones un D-máximo menor y porcentaje mayor, eso quiere decir que estos dos son inversamente proporcionales entonces para la distribución que mejor se ajusta de Pearson tipo 3.

Tabla 9:

Tes de bondad de ajuste

Statistics

File Edit View Options Forecasts P&C Intervals Parameters MLE Tests

Distribution functions plots | Histogram - Density functions plots | Parameter values - Forecasts

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.6136%	0.07909
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.2470%	0.07563
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	85.4963%	0.09198
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.5602%	0.07919
Exponential	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.81482%	0.23666
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	13.8621%	0.17760
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	92.4879%	0.08276
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.6136%	0.07909
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	41.1196%	0.13569
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	72.2872%	0.10542
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	13.1945%	0.17926
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	84.0636%	0.09359
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.1077%	0.07341
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.5706%	0.07484
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.0331%	0.07046
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	32.7066%	0.14561
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.5833%	0.07199
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.4229%	0.06893
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	70.3492%	0.10724
EV2-Max (L-Momments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	19.5438%	0.16556
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.0982%	0.08485
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.0644%	0.07035
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	49.2224%	0.12721
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	20.9443%	0.16303
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.9552%	0.07843
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	30.9109%	0.14794
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.6840%	0.07455

Elaborado por: El autor

Las precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno para proyectos de bocatomas, proyectos de construcción, puente, la construcción de una alcantarilla, faja marginal de un río, se utilizan períodos de retorno de 50 años y de 100 años. El periodo de retorno de 50 años, se realiza para quebrada en la cual en su ribera simplemente hay áreas agrícolas, en cambio, se utiliza un período de retorno de 100 años si es que en ese río o quebrada de análisis hay ciudades o poblaciones, en la investigación se trabajó con período de retorno de 25 años, 50 años, 100 años, 500 años y 1000 años de precipitaciones máximas a diferentes períodos de retorno.

Proceso de tiempo de concentración.

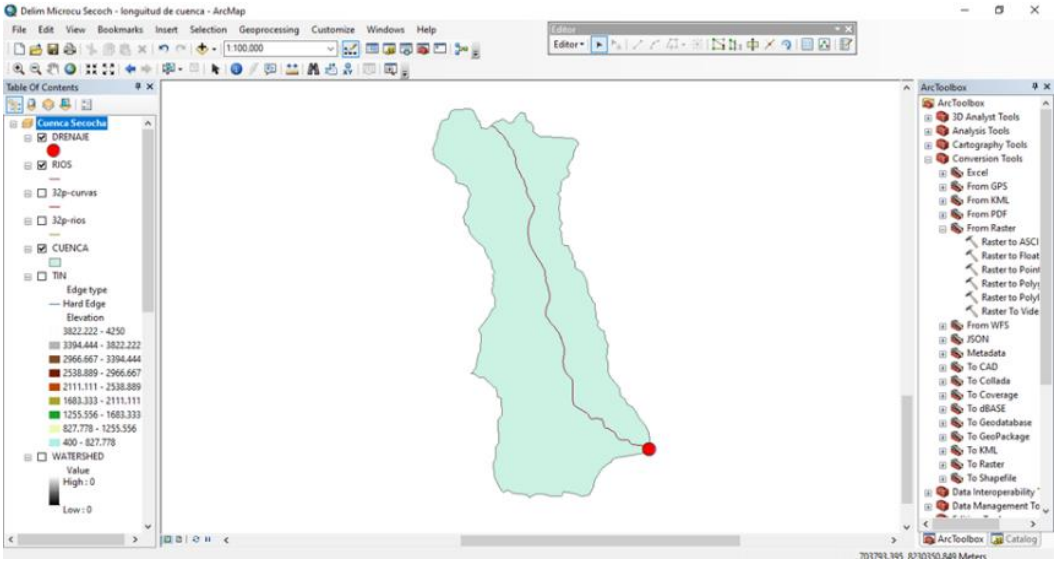
A continuación, se verá el tiempo de concentración por diferentes métodos, que son diferentes ecuaciones que proponen diferentes autores, el tiempo de concentración es una variable que se debe encontrar cuando se habla de la hidrología de cuencas, ya que es el tiempo que recorre la gota desde el lugar más lejano de la cuenca hasta llegar al punto final. La data necesaria para calcular el tiempo de concentración de los métodos son el área de la cuenca, la longitud del cauce principal, el desnivel total que existe, que es del punto más alto, al punto más bajo, la pendiente media de los cauces que se tiene en sí, como se puede ver se va a tener varias venas o fuentes, entonces se tiene que tener esa pendiente media, las unidades que se debe manejar o que manejará casi de manera general será el área de la cuenca en kilómetro cuadrado, la longitud del cauce principal es 13.81kilómetros, el desnivel total está en metros que es 1635.2, la pendiente media se maneja en porcentaje, aunque se va a ver que en las ecuaciones se maneja entre metro sobre metro. Con estos datos se va a empezar a calcular el tiempo de concentración por los diferentes métodos que son 8 métodos. Se va a ver el primer método.

Método de Kirprich.

Como se puede ver esta es su ecuación, en literaturas diferentes se puede ser que tiene diferentes unidades, para las unidades que se maneja, que se puede ver que depende de L, que es la longitud del cauce principal, S que es la pendiente media y solamente esas dos, el resultado me va a dar en horas, la longitud del cauce que se reemplaza es de 13.81, es decir, está en unidades de kilómetro. La pendiente media es 13.56% se divide entre 100, es decir, tendría que ser un valor numérico que estaría entre metro sobre metro prácticamente, luego se va a ver el cálculo remplazando todo lo necesario, inicializando las operaciones, el resultado es 1.07 horas.

Figura 52:

Delimitación de longitud de cuenca principal



Elaborado por: El autor

$\boldsymbol{NOTA}$: $\boldsymbol{Datos\ de\ cuenca}$

$Area\ de\ la\ cuenca(A) = 45.4\ km2$

$Longitud\ del\ cauce\ principal(L) = 13.81\ km$

$Desniveltotal(H) = 1635.2\ m$

$Pendiente\ Media(S) = 13.56\%\ o\ 0.1356\ m/m$

$$t_c = 0.066247 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

$$t_c = 0.066247 * 13.81^{0.77} *. 1356^{-0.385}$$

$$t_c = 1.07\ h$$

Método de Temez

Este método igual depende de las mismas variables que del Kirprich, que es la longitud del cauce principal y la pendiente media, se observa que es un poco diferente, tiene las mismas variables, pero es diferente. En este caso igualmente se remplaza la longitud del cauce principal en unidades de kilómetro, que es 13.81. La pendiente media es 0.1356 m/m, es decir, se estaría dividiendo el valor de 13.56 entre 100. Igualmente es un valor numérico, el valor de la pendiente. El resultado da en horas y se observa que

es de 3.22 h, es decir, es mucho mayor a la de Kirprich. Aunque en algunos casos, dependiendo de las características, pueden variar estos datos.

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

$$t_c = 0.3 * \left(\frac{13.81}{0.1356^{0.25}}\right)^{0.76}$$

$$t_c = 3.22\ h$$

Método de Giandotti

Este método es ya un poco más específico porque depende de otras tres variables, que son el área, la longitud del cauce principal y este H, que es directamente el desnivel de la cuenca. El área que se reemplaza es de 45.4, es decir, tiene que estar en unidades de kilómetro al cuadrado, la longitud del cauce principal, este L, es de 13.81, es decir, está en unidades de kilómetro la longitud del cauce principal, el desnivel, el valor de desnivel es 1635, que es en unidades de metro, realizado las operaciones de este método el resultado es 1.47, como se puede ver, en estos tres métodos los resultados nos darán en horas, y en cada uno pueden interferir diferentes variables.

$$t_c = \frac{4 * A^{0.5} + 1.5 * L}{0.8 * H^{0.5}}$$

$$t_c = \frac{4 * 45.4^{0.5} + 1.5 * 13.81}{0.8 * 1635.2^{0.5}}$$

$$t_c = 1.47\ h$$

Método de California Highway

Este método se puede observar que depende de la longitud del cauce principal, este L, y de H, que H es el desnivel total en la cuenca, se remplaza, L que es 13.81, igual en unidades de kilómetro, el desnivel es de 1635.2 en unidades de metro. Sencillamente se tiene que hacer las operaciones y el resultado, como se puede observar, el resultado es 1.14 horas. Se ve este resultado con el método de Kirprich, es un método prácticamente muy aproximado ese resultado, se puede apreciar que los resultados son muy próximos, que pueden variar los resultados porque en este caso se habla del

desnivel que puede ser en algún caso mayor, menor y aquí no considera el desnivel, pero sí se considera la pendiente media.

$$t_c = 0.95 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

$$t_c = 0.95 * \left(\frac{13.81^3}{1635.2}\right)^{0.385}$$

$$t_c = 1.14\ h$$

Método de Bransby y Williams

Este método depende de la longitud principal del cauce, el área de la cuenca y la pendiente media. La longitud se reemplaza en kilómetros, 13.81. El área 45.4, es decir, se reemplaza en kilómetro al cuadrado y la pendiente es de 0.1356, es decir, está en valor de metro sobre metro. El resultado es 3.42, en pocas palabras está dada en hora.

$$t_c = 0.243 * L * A^{-0.1} * S^{-0.2}$$

$$t_c = 0.243 * 13.81 * 45.4^{-0.1} * 0.1356^{-0.2}$$

$$t_c = 3.42\ h$$

Método de Clark

Este método depende del área de la cuenca y la pendiente media, el área es 45.4 en kilómetro al cuadrado, la pendiente de 0.1356, que será en metro sobre metro igual, el resultado es 5.82 horas, los se puede redondear ambos valores.

$$t_c = 0.335 * \left(\frac{A}{S^{0.5}}\right)^{0.593}$$

$$t_c = 0.335 * \left(\frac{45{,}4}{0.1356^{0.5}}\right)^{0.593}$$

$$t_c = 5.82\ h$$

Método de Valencia y Zulaga

Este método depende de la longitud del cauce principal, el área y la pendiente, la longitud se reemplaza en kilómetros,13.81, el área en kilómetro al cuadrado de 45.4 y la pendiente de 0.1356, es decir en metro sobre metro, con estos datos el resultado es 2.23 horas.

$$t_c = 0.465 * L^{-0.096} * A^{0.325} * S^{-0.29}$$

$$t_c = 0.465 * 13.81^{-0.096} * 45.4^{0.325} * 0.1356^{-0.29}$$

$$t_c = 2.23\ h$$

Método de Pasini

Este método depende de las características el cauce, el área es 45.4 en kilómetro al cuadrado, longitud del cauce principal en kilómetro y la pendiente en metro sobre metro, que es 0.1356. El resultado igualmente en horas y este valor es 1.56 h. Como se puede observar sea visto 8 métodos diferente.

$$t_c = 0.023 * \left(\frac{A * L}{S}\right)^{0.5}$$

$$t_c = 0.023 * \left(\frac{45.4 * 13.81}{0.1356}\right)^{0.5}$$

$$t_c = 1.56\ h$$

Bueno como se apreció se realizaron 8 métodos donde los resultados salieron diferentes por siguiente se realizará un cuadro donde se realizará la desviación estándar, varianza, máximos, mínimo y promedio.

Tabla 10:

Tiempo de concentración de la cuenca Secocha

Tiempo de concentración de la cuenca Secocha	
Tiempo de concentración por autores	**Cuenca**
Método de Kirprinch	1.07
Método de Temez	3.22
Método de Giandotti	1.47
Método de California Highway	1.14
Método de Brans by y Williams	3.42
Método de Clarck	5.82
Método de Valencia y Zulaga	2.23
Método de Pasini	1.56
Desviación estándar	1.512
Varianza	2.29
Máximos	5.82
Mínimos	1.07
Promedio	2.5

Elaborado por: El autor

Por consiguiente, para nuestro estudio el tiempo de concentración es el valor promedio de 2.5 horas.

Proceso de hietograma

La tormenta de diseño o conocido también como hietograma a partir de las curvas intensas de la duración frecuencia conocido como IDF para lo cual se usa una hoja de cálculo y el software HYDROGNOMON también se puede hacer con el software easyfit, hietograma para los diferentes períodos de retorno de 2 años 5 años 10 años 25 años 50 100 105 500 1000 y 10000 años son períodos de retorno que más se utilizan en hidrología, cálculos que crea el software son las precipitaciones máximas obtenidas en base a la función de distribución que más se ajusta a nuestros datos de precipitación, la estación que se trabajo es la estación Ocoña, datos que corresponden a la precipitación, máxima software HYDROGNOMON, este software nos permite hallar las precipitaciones máximas, en consideración a las tes de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov esto da criterios de selección de la distribución que mejor se ajuste al estudio que se realiza, usando un D-máximo mínimo, ingresando los diferentes períodos de retorno a la herramienta HYDROGNOMON se determina las precipitaciones máximas que se ajustan al estudio y se mostrara en la tabla siguiente.

Tabla 11:

Precipitaciones máximas de función de distribuciones

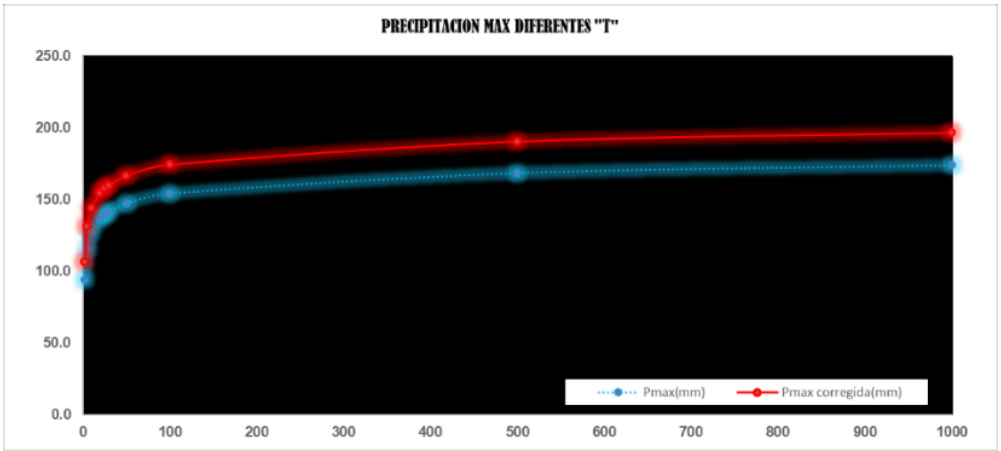
Período Retorno	**Hydrognomon y/o Easyfit**	**Pmax**	**Probabilidad de no excedencia**
T(años)	**Pmax(mm)**	**Pmax corregida(mm)**	**P**
2	**94.34**	106.6042	0.5
5	**116.04**	131.1252	0.8
10	**127.38**	143.9394	0.9

20	**136.75**	154.5275	0.95
25	**139.48**	157.6124	0.96
30	**141.62**	160.0306	0.96667
50	**147.29**	166.4377	0.98
100	**154.32**	174.3816	0.99
500	**168.55**	190.4615	0.998
1000	**174.01**	196.6313	0.999

Elaborado por: El autor

Figura 53:

Precipitación máxima vs el período de retorno



Elaborado por: El autor

Para la determinación del hietograma se usó el método de coeficientes según la recomendación de Organización Mundial de Meteorología, que las precipitaciones determinadas por horas observadas esto no indica la presión de la cantidad verdadera de precipitación, para sopesar la falta de presión se debe multiplicar por un factor de seguridad de 1.13 las cantidades máximas anuales de lluvia, de esta manera de allá valores muy cercanos la realidad.

Tabla 12:

Coeficientes de duración lluvias entre 24 horas

Coeficientes de duración lluvias entre 24 horas	
Duración en (Horas)	**Coeficientes**
1	0.3
2	0.39
3	0.46
4	0.52
5	0.57
6	0.61
8	0.68
10	0.75
12	0.8
14	0.84
16	0.88
18	0.91
20	0.94
22	0.97
24	1

Elaborado por: El autor

Con los datos obtenidos anteriormente se determinan los cuadros donde se muestran las precipitaciones máximas para diferentes periodos de duración, de veinticuatro a una hora, y para los diferentes periodos de retorno, que van del periodo de retorno de dos años hasta los diez mil años.

Tabla 13:

Precipitaciones máximas para diferentes años

PRECIPITACIONES MAXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE DURACIÓN											
Tiempo de duración	**Cociente/Duración**	**Precipitación máxima Pmax (mm) por tiempos de duración**									
HR	MIN	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	30 años	50 años	100 años	500 años	1000 años
24.00 hr	1440	106.6042	131.1252	143.9394	154.5275	157.6124	160.0306	166.4377	174.3816	190.4615	196.6313
22.00 hr	1320	104.3103	128.3037	140.8421	151.2024	154.2209	156.5871	162.8563	170.6293	186.3632	192.4002
20.00 hr	1200	101.8542	125.2826	137.5259	147.6422	150.5896	152.9001	159.0217	166.6116	181.9751	187.87
18.00 hr	1080	99.2064	122.0257	133.9507	143.804	146.6749	148.9253	154.8877	162.2804	177.2444	182.986
16.00 hr	960	96.3278	118.485	130.0639	139.6314	142.4189	144.604	150.3934	157.5716	172.1014	177.6764
14.00 hr	840	93.1652	114.5949	125.7937	135.047	137.743	139.8564	145.4558	152.3982	166.451	171.843
12.00 hr	720	89.6431	110.2627	121.0381	129.9416	132.5357	134.5692	139.9569	146.6369	160.1584	165.3466
10.00 hr	600	85.6488	105.3497	115.645	124.1518	126.6303	128.5731	133.7208	140.1031	153.0222	157.9792
8.00 hr	480	81.0017	99.6336	109.3703	117.4155	119.7595	121.597	126.4653	132.5014	144.7194	149.4075
6.00 hr	360	75.3806	92.7195	101.7805	109.2674	111.4488	113.1587	117.6892	123.3064	134.6766	139.0393
5.00 hr	300	72.0218	88.5882	97.2455	104.3988	106.4829	108.1167	112.4453	117.8122	128.6758	132.8441
4.00 hr	240	68.114	83.7815	91.9691	98.7343	100.7054	102.2504	106.3442	111.4199	121.6941	125.6362
3.00 hr	180	63.3872	77.9675	85.5869	91.8826	93.7169	95.1548	98.9644	103.6879	113.2491	116.9177
2.00 hr	120	57.2768	70.4516	77.3365	83.0253	84.6828	85.982	89.4245	93.6926	102.3321	105.647
1.00 hr	60	48.1639	59.2425	65.032	69.8157	71.2094	72.302	75.1967	78.7858	86.0507	88.8382

Elaborado por: El autor

Asimismo, se tiene las intensidades de lluvia, a partir de la precipitación máxima, y la frecuencia es la misma, mediante los cálculos en la herramienta Excel, se realizaron estas intensidades se tiene la precipitación máxima en referencia a veinticuatro horas.

Tabla 14:

Intensidad de lluvia a partir de Pmax

INTENSIDADES DE LLUVIA A PARTIR DE Pmax, SEGÚN DURACIÓN DE PRECIPITACIÓN Y FRECUENCIA DE LA MISMA								
Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Período de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	30 años	50 años
24.00 hr	1440	4.4418	5.4636	5.9975	6.4386	6.5672	6.6679	6.9349
22.00 hr	1320	4.7414	5.832	6.4019	6.8728	7.01	7.1176	7.4026
20.00 hr	1200	5.0927	6.2641	6.8763	7.3821	7.5295	7.645	7.9511
18.00 hr	1080	5.5115	6.7792	7.4417	7.9891	8.1486	8.2736	8.6049
16.00 hr	960	6.0205	7.4053	8.129	8.727	8.9012	9.0377	9.3996
14.00 hr	840	6.6547	8.1854	8.9853	9.6462	9.8388	9.9897	10.3897
12.00 hr	720	7.4703	9.1886	10.0865	10.8285	11.0446	11.2141	11.6631
10.00 hr	600	8.5649	10.535	11.5645	12.4152	12.663	12.8573	13.3721
8.00 hr	480	10.1252	12.4542	13.6713	14.6769	14.9699	15.1996	15.8082
6.00 hr	360	12.5634	15.4533	16.9634	18.2112	18.5748	18.8598	19.6149
5.00 hr	300	14.4044	17.7176	19.4491	20.8798	21.2966	21.6233	22.4891
4.00 hr	240	17.0285	20.9454	22.9923	24.6836	25.1763	25.5626	26.5861
3.00 hr	180	21.1291	25.9892	28.529	30.6275	31.239	31.7183	32.9881
2.00 hr	120	28.6384	35.2258	38.6682	41.5127	42.3414	42.991	44.7122
1.00 hr	60	48.1639	59.2425	65.032	69.8157	71.2094	72.302	75.1967

Elaborado por: El autor.

Se realizó la regresión lineal, la regresión para cada período de retorno y se calcula los parámetros, de la curva IDF esta es la curva, la ecuación que rige a la intensidad, se tiene el parámetro K, T, m, T, y n, donde efectúa el cambio de variable, se observa que D lo se reemplaza por, hace el cambio de variable, entonces todo esto se pone D, finalmente quedara esta ecuación, intensidad es igual al parámetro D, por T el tiempo, la duración de la lluvia elevado al parámetro.

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

$$d = K * T^m$$

$$I = \frac{d}{t^n} \;=\; d * t^{-n}$$

Tabla 15:

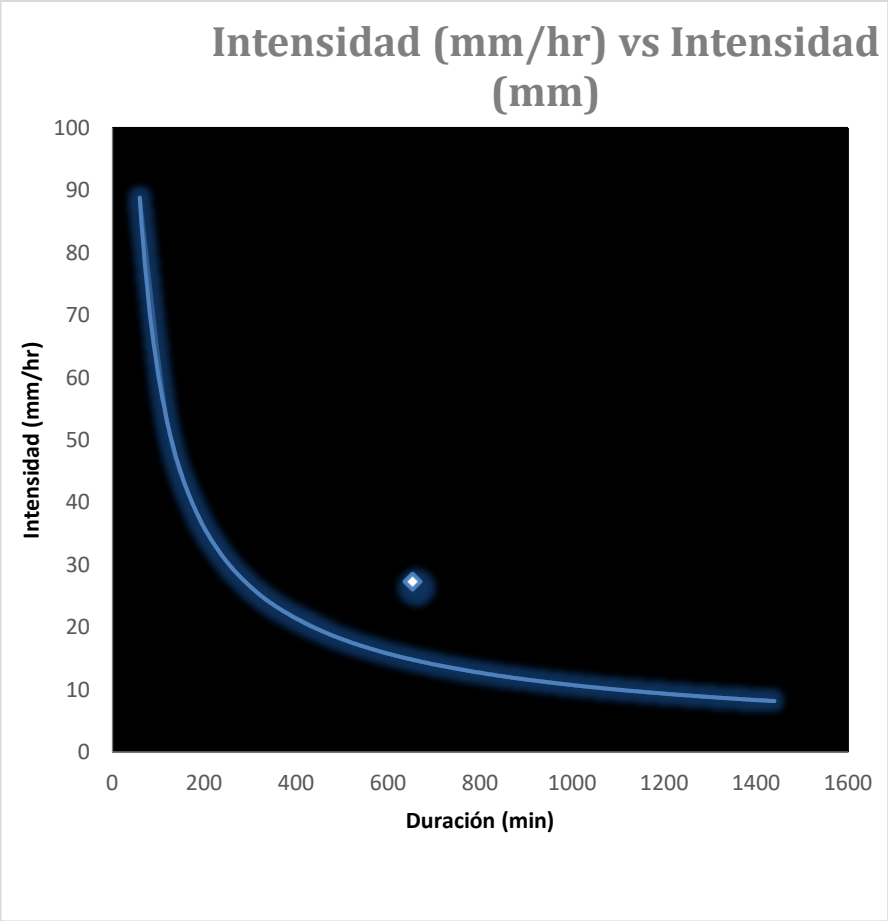
Período de retorno de 100 años

Período de retorno para T = 100 años						
Nº	**t**	**I**	**ln t**	**ln I**	**ln t*ln I**	**(lnt)^2**
1	1440	7.2659	7.2724	1.9832	14.4226	52.8878
2	1320	7.7559	7.1854	2.0485	14.7189	51.6298
3	1200	8.3306	7.0901	2.1199	15.0305	50.2692
4	1080	9.0156	6.9847	2.199	15.3591	48.7863
5	960	9.8482	6.8669	2.2873	15.7067	47.1548
6	840	10.8856	6.7334	2.3874	16.0756	45.3387
7	720	12.2197	6.5793	2.5031	16.4682	43.2865
8	600	14.0103	6.3969	2.6398	16.8866	40.9207
9	480	16.5627	6.1738	2.8072	17.3308	38.1156
10	360	20.5511	5.8861	3.0229	17.7932	34.6462
11	300	23.5624	5.7038	3.1597	18.022	32.5331
12	240	27.855	5.4806	3.327	18.2342	30.0374
13	180	34.5626	5.193	3.5428	18.3975	26.9668
14	120	46.8463	4.7875	3.8469	18.4169	22.9201
15	60	78.7858	4.0943	4.3667	17.8789	16.7637
15	9900	328.0577	92.4282	42.2412	250.7414	582.2567
Ln (d) =	**7.4375**	**d =**	**1698.483**	**n =**	**-0.75**	

Elaborado por: El autor

Figura 54:

Intensidad (mm/hr) vs Intensidad (mm)



Elaborado por: El autor

Para linealizar una expresión matemática puede usar logaritmos naturales o logaritmos dependiendo, para el estudio se utilizará logaritmos naturales.

La duración de la tormenta es aproximadamente igual al tiempo de concentración, al tiempo de concentración. Por consiguiente, en la investigación se consideró el tiempo de concentración igual al tiempo de duración de la tormenta.

4.1.3 Resultado

Para determinar el caudal de diseño se precisa de precipitaciones alternadas en mm la cual se realizó considerando un período de retorno de 100 años y un tiempo de concentración de dos horas y media como también un intervalo de tiempo de 5 minuto.

Tabla 16:

Precipitaciones de hietograma

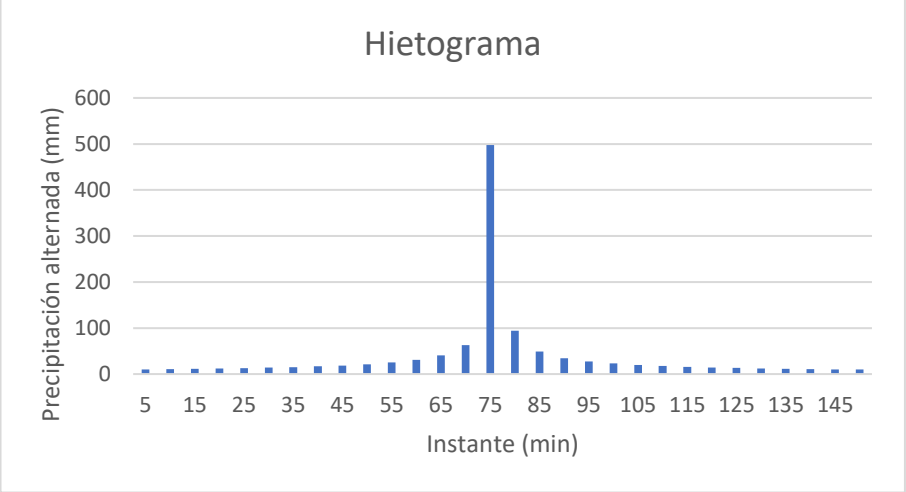
PRECIPITACIONES ALTERNADAS (HIETOGRAMA)

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Acumulada (mm)	ΔP (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	P. Alternada (mm)	InPa Alternada (mm)	P. Acum (mm)
5	497.334	41.444	41.444	497.334	0.84	10.081	0.84
10	295.716	49.286	7.842	94.099	0.887	10.646	1.727
15	218.176	54.544	5.258	63.095	0.941	11.292	2.668
20	175.834	58.611	4.067	48.808	1.003	12.036	3.671
25	148.737	61.974	3.363	40.351	1.076	12.907	4.747
30	129.728	64.864	2.89	34.682	1.162	13.941	5.909
35	115.564	67.413	2.549	30.582	1.266	15.19	7.174
40	104.552	69.701	2.288	27.461	1.395	16.737	8.569
45	95.712	71.784	2.083	24.995	1.559	18.709	10.128
50	88.44	73.7	1.916	22.991	1.777	21.326	11.905
55	82.339	75.477	1.777	21.326	2.083	24.995	13.988
60	77.137	77.137	1.66	19.918	2.549	30.582	16.537
65	72.642	78.696	1.559	18.709	3.363	40.351	19.899
70	68.715	80.168	1.472	17.659	5.258	63.095	25.157
75	65.25	81.562	1.395	16.737	41.444	497.334	66.602
80	62.167	82.889	1.327	15.92	7.842	94.099	74.443
85	59.403	84.155	1.266	15.19	4.067	48.808	78.511
90	56.911	85.366	1.211	14.534	2.89	34.682	81.401
95	54.649	86.528	1.162	13.941	2.288	27.461	83.689
100	52.587	87.644	1.117	13.401	1.916	22.991	85.605
105	50.697	88.72	1.076	12.907	1.66	19.918	87.265
110	48.959	89.758	1.038	12.454	1.472	17.659	88.737
115	47.353	90.761	1.003	12.036	1.327	15.92	90.063
120	45.866	91.732	0.971	11.65	1.211	14.534	91.274
125	44.483	92.673	0.941	11.292	1.117	13.401	92.391
130	43.193	93.586	0.913	10.958	1.038	12.454	93.429
135	41.988	94.473	0.887	10.646	0.971	11.65	94.4
140	40.858	95.336	0.863	10.354	0.913	10.958	95.313
145	39.797	96.176	0.84	10.081	0.863	10.354	96.176
150	38.798	96.994	0.819	9.823	0.819	9.823	96.994

Elaborado por: El autor

Figura 55:

Precipitaciones alternadas hietograma



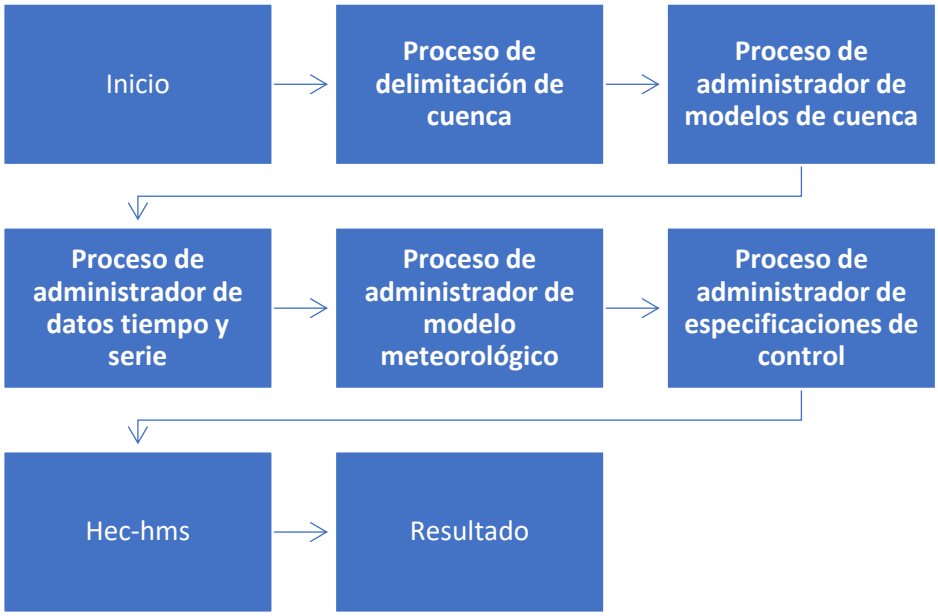
Elaborado por: El autor

4.2 Parámetros hidráulicos

4.2.1 Mapa de procesos

Tabla 17:

Proceso de parámetros hidráulicos



Elaborado por: El autor

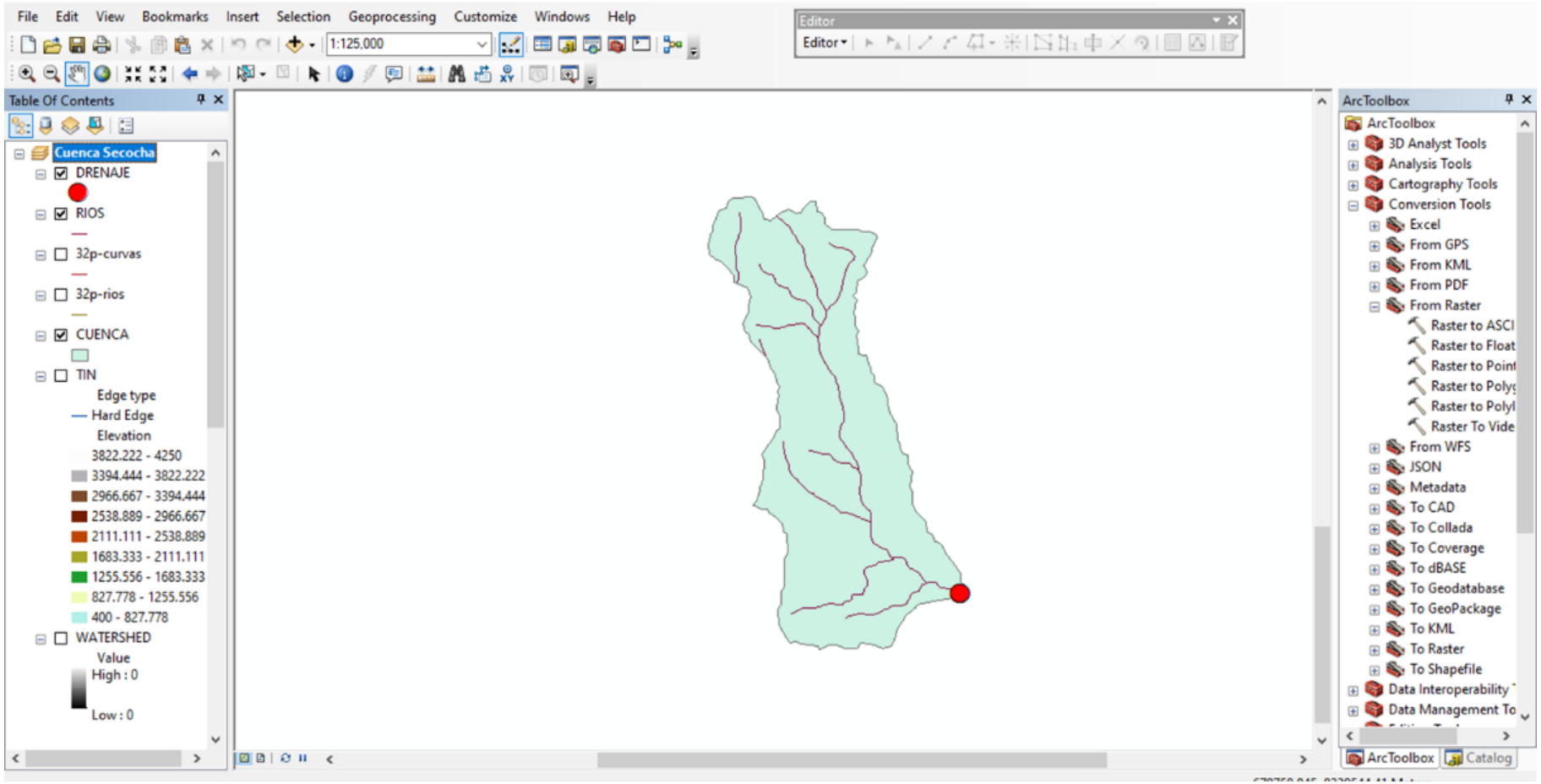
4.2.2 Procesos

Proceso de delimitación de cuenca

Para este apartado se trabajará con los datos de la entidad SENAMHI, después de haber filtrado los datos, se construyó la curva de intensidad y duración, frecuencia para diferentes períodos de retorno, con los datos también se obtuvo algunos datos estadísticos que nos permiten determinar los períodos o el tiempo en la cual hubo mayores precipitaciones. Finalmente se ha obtenido por diferentes pasos ya mencionados al inicio de este capítulo, como resultado precipitaciones alternada para diferentes períodos como 25 años, 50, 100, 500 y 1000 años. Cabe señalar que para obtener el hietograma se necesitó también el tiempo de concentración la cual también fue determinada en el inicio de este capítulo, la cuenca de Secocha, tiene un área de 45,2 kilómetros cuadrados y se utilizó diferentes métodos como Kirprich, Temez, California, Williams, Valencia y Pasini se obtuvo y se concluyó que el tiempo de concentración es 2.5horas, es decir 150 minutos, a partir de la hietograma se empieza a utilizar el software HEC-HMS con lo cual se trabajó en esta investigación, a continuación se hará el detallado de la inserción de las variables a la herramienta, se ha creado un nuevo proyecto con el nombre de la cuenca de Secocha, primero se determina el modelo de cuenca, seguidamente se crear el modelo para determinar administrar el tiempo, datos meteorológicos y un control porque podría tener distintos datos, distintas subcuencas, distintos datos meteorológicos y esto va a ser el que va a administrar todo esto, en primera instancia se va a componentes y el modelo de la cuenca. El modelo de la cuenca se crea con el nombre de la cuenca de Secocha, se inserta la delimitación de la cuenca que se realizó en la herramienta ArcGIS en formato shp.

Figura 56:

Delimitación de la cuenca Secocha



Elaborado por: El autor

Este mapa o esquema permite determinar la orientación del escurrimiento, se ubica un punto, una subcuenca, con el nombre cuenca alta 01 el software tiene la capacidad de poder juntarlos y simular varias subcuencas, luego el punto de salida conectado con el punto de salida y la cuenca alta 01 se considera un área de 45.4 kilómetros cuadrados, para caracterizar la cuenca se completa los datos que pide la herramienta seguido un proceso de análisis de HEC HMS, que son administrador de modelos de cuenca, administrador de datos tiempo y serie, administrador de modelo meteorológico y administrador de especificaciones de control.

Proceso de administrador de modelos de cuenca

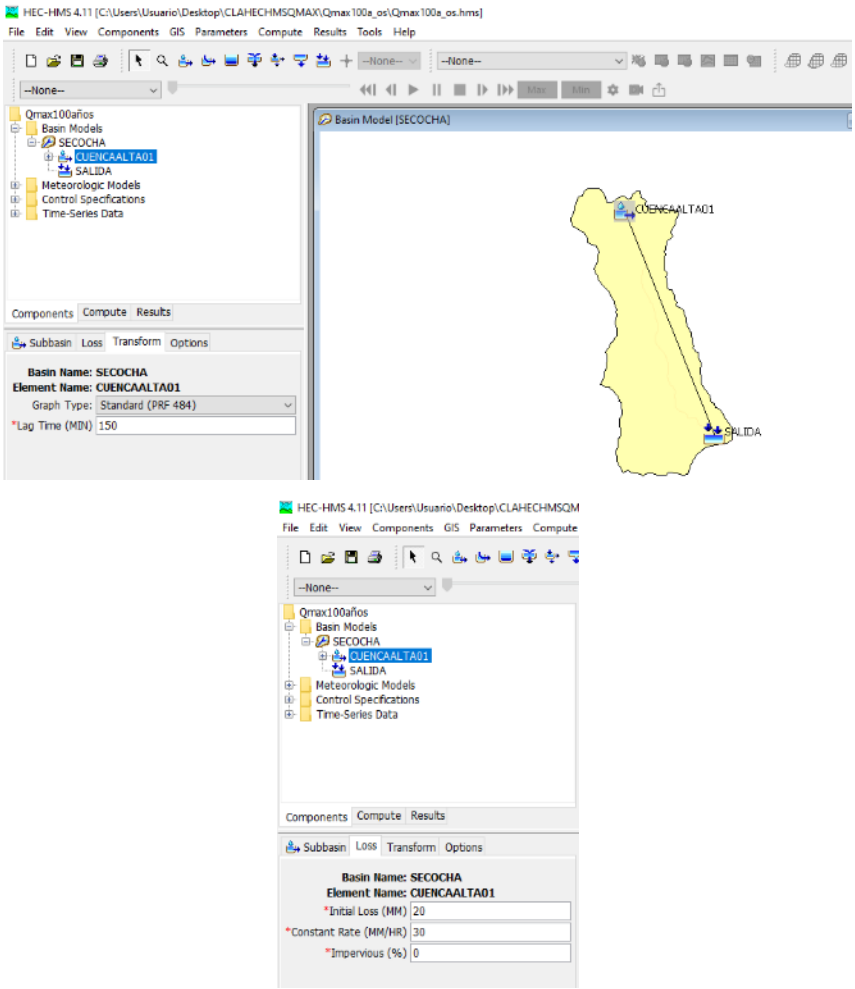
El método que más que se ajusta a las investigaciones la cuenca se hace por pérdida inicial de líquido y también una pérdida constante de la lluvia que pudiera precipitar en esta cuenca, en seguida utiliza el método del hidrograma unitario, que es la que más se utiliza en esta metodología.

Se inserta los datos de estudio a la herramienta, primero pérdida inicial se coloca 20 milímetros, y luego pérdida constante que se da por la infiltración es 30 milímetros por hora es la infiltración en la cuenca Secocha, presenta una zona impermeable, cabe señalar que las zonas impermeables podrían ser formada por lugares que han sido ya pavimentados.

La investigación es de una zona rural por consiguiente la impermeabilidad es 0 y el tiempo de duración de la lluvia se verifica el hietograma, se encontró que el tiempo de concentración es 150minutos, por lo tanto, el hietograma también es para 150 minutos. De esta manera el tiempo de duración de la lluvia es 150 minutos.

Figura 57:

Modelo de administrador de cuencas



Elaborado por: El autor

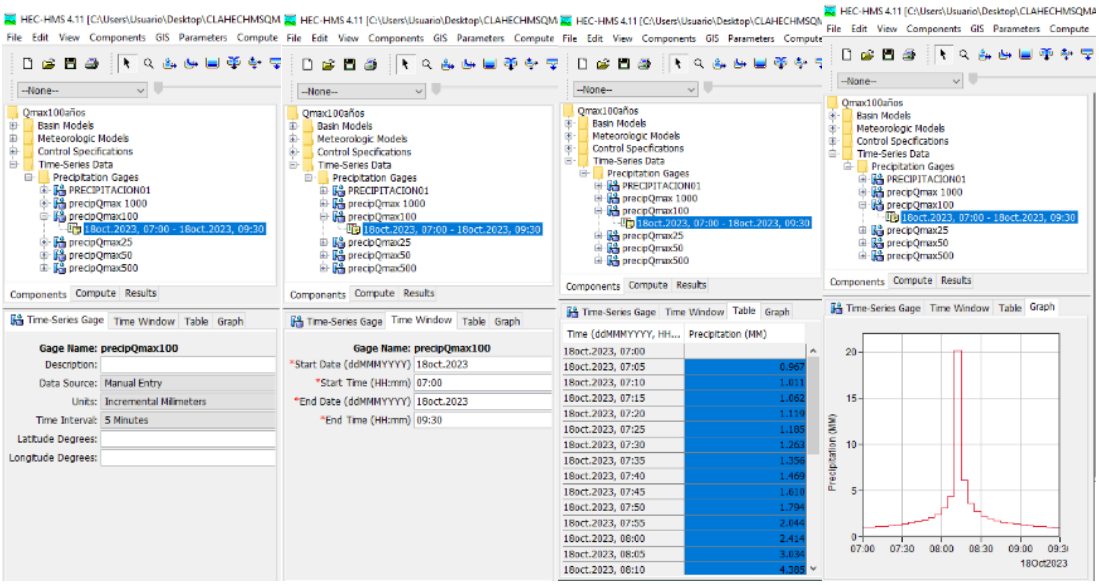
Proceso de administrador de datos tiempo y serie

La característica del software se puede crear bastantes precipitaciones, bastantes modelos, los cuales se puede analizar uno a uno o también juntar los modelos, para la investigación solo se usará la cuenca Secocha, se ingresó la data del hietograma ya calculado anteriormente al inicio del capítulo, con un intervalo de tiempo de 5 minutos. Luego se ponen las características de la precipitación con fecha de inicio y fin, la lluvia empieza el día 18 de octubre del 2023, empezó la lluvia a las 07 horas y termina el mismo día 18 de octubre del 2023 a las 09.30 horas en seguida se ingresa los datos del hietograma; 0.967; 1.011; 1.062; 1.119; 1.185; 1.263; 1.356; 1.469; 1.610;

1.794; 2.044; 2.414; 3.034; 4.385; 20.129; 6.092; 3.550; 2.678; 2.209; 1.908; 1.695; 1.535;1.409; 1.307; 1.223; 1.151; 1.089; 1.036; 0.988; 0.946 y la gráfica se visualiza.

Figura 58:

Administrador de datos tiempo y serie



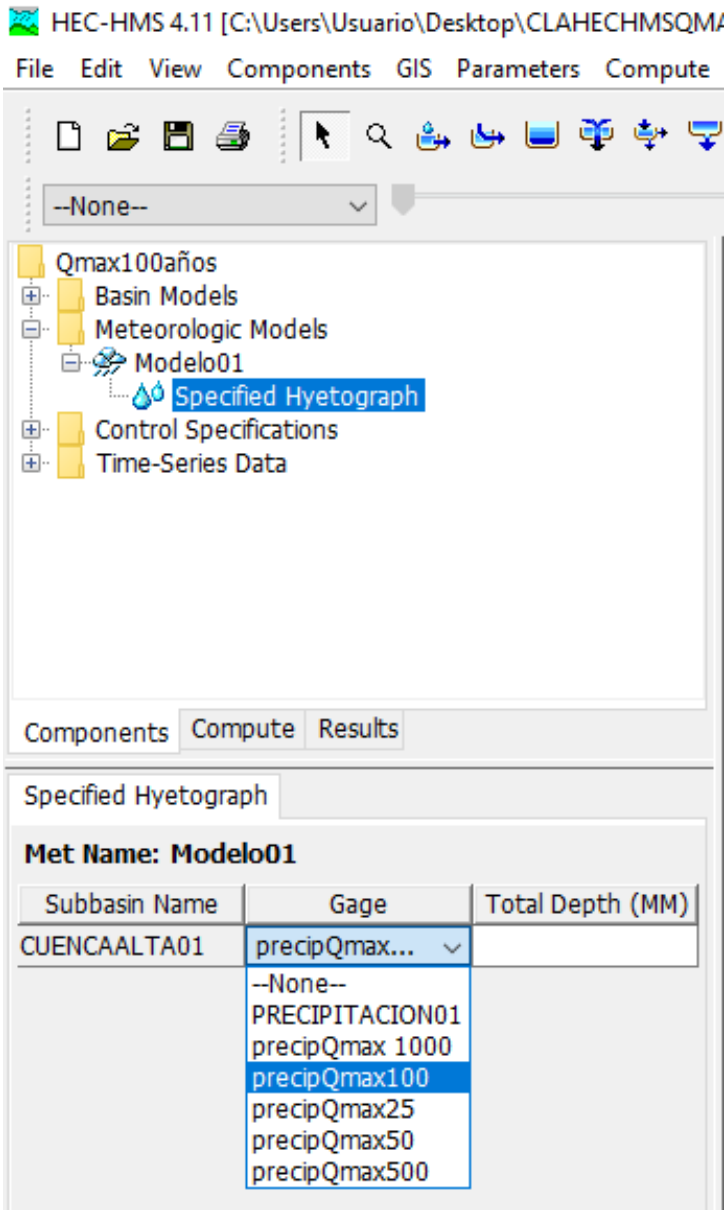
Elaborado por: El autor

Proceso de administrador de modelo meteorológico

El administrador del modelo meteorológico, permite la ejecución, el hietograma para la cuenca alta 01 esta cuenca se usó y se seleccionó la precipQmáx50, en este apartado se puede seleccionar varios hietogramas para diferente período de retorno.

Figura 59:

Administrador de modelo meteorológico



Elaborado por: El autor

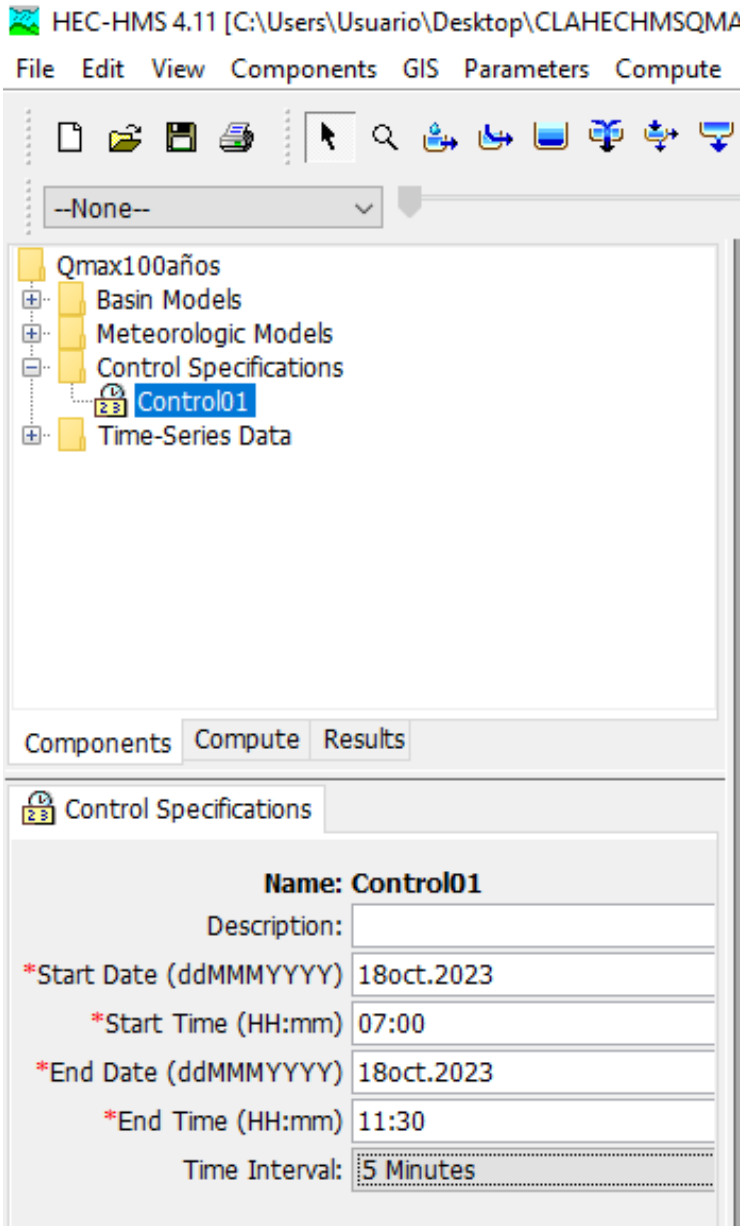
Proceso de administrador de especificaciones de control

En este apartado se cambia el tiempo de intervalo ese tiempo se toma el intervalo de hietograma, el tiempo es de 5 minutos, y enseguida se caracteriza el inicio de la lluvia y el final, la lluvia empieza el día 18 de octubre del 2023 a las 07 horas y termina la lluvia el día 18 de octubre del 2023 a las

09:30 horas, eso son los variables de tiempo y hora que se ingresó, cabe señalar, la lluvia termina a las 09:30 horas, pero necesita hacer un hidrograma con más tiempo, porque la precipitación puede terminar a las 9.30 horas la lluvia , pero el flujo del agua puede continuar todavía aún horas, todavía después de que ya ha terminado la lluvia, entonces se consideró un flujo hasta las 11:30 de la mañana, para dar un margen de seguridad.

Figura 60:

Administrador de especificaciones de control



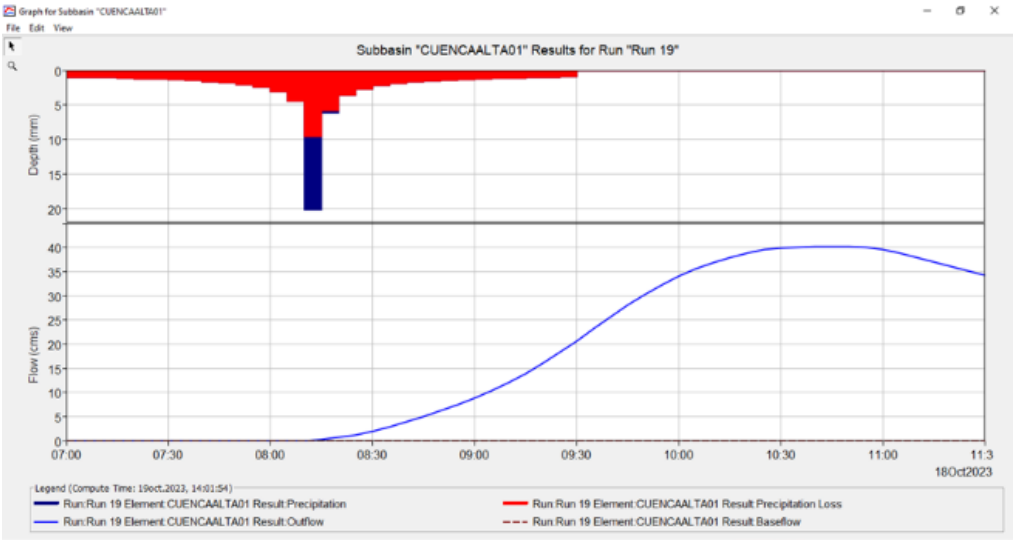
Elaborado por: El autor

4.2.3 Resultado

Se realiza la primera simulación llamada ROOM1 se puede crear varias simulaciones, terminado la simulación se verifica el gráfico la parte roja es la precipitación que se va a perder y luego a ver un flujo constante pérdida constante, como también se puede observar el caudal para un período de retorno de 50años que es 31.3 m3/s.

Figura 61:

Hietograma y caudal máximo

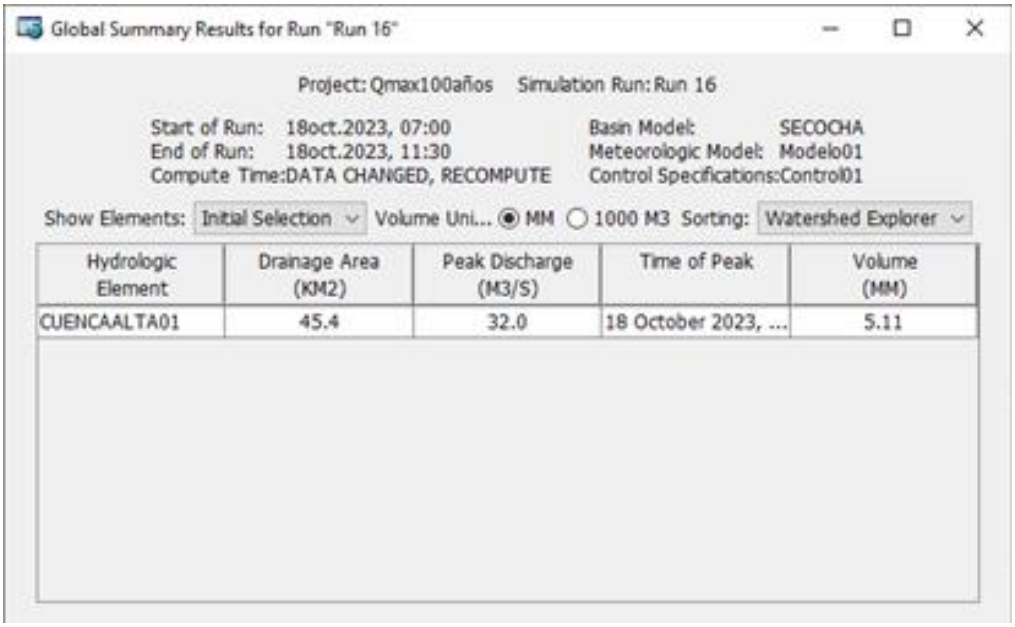


Elaborado por: El autor

Se realizaron diferentes simulaciones para diferentes períodos de retorno, primero se tuvo que los hietogramas para diferentes períodos de retorno, como para período de retorno de 25 años, 50 años, 100 años, 500 años y 1000 años, las cuales se representarán enseguida las figuras de caudales máximos.

Figura 62:

Resultado de caudal para 25 años

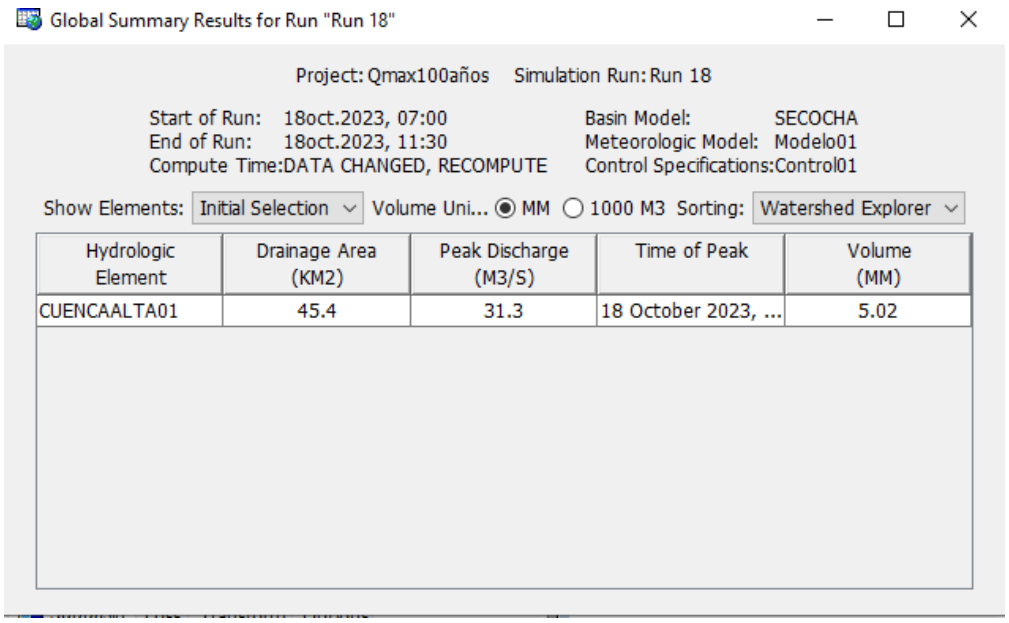


Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCAALTA01	45.4	32.0	18 October 2023, ...	5.11

Elaborado por: El autor

Figura 63:

Resultado de caudal para 50años

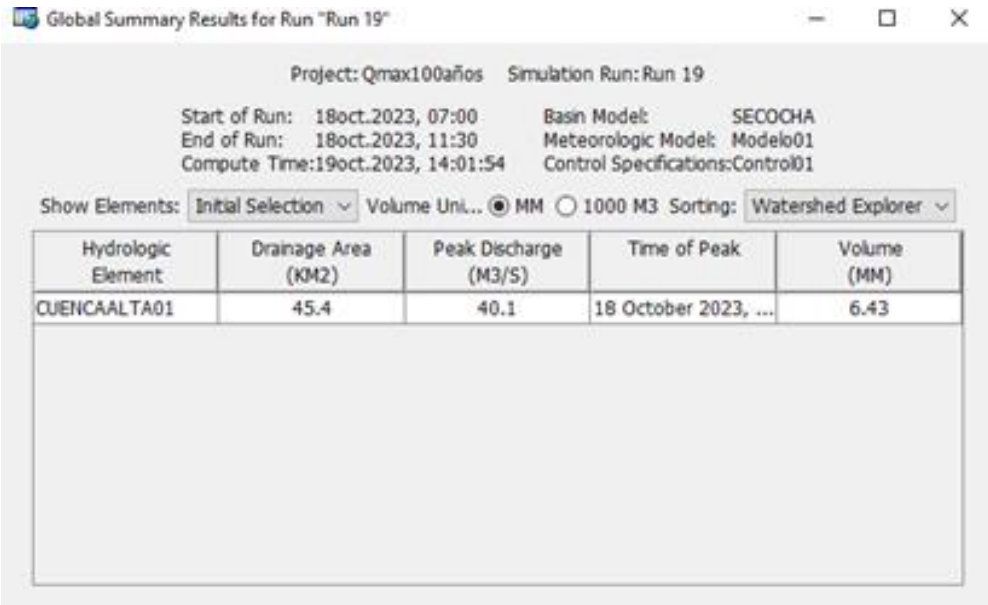


Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCAALTA01	45.4	31.3	18 October 2023, ...	5.02

Fuente: Elaborado por: El autor

Figura 64:

Resultado de caudal para 100años

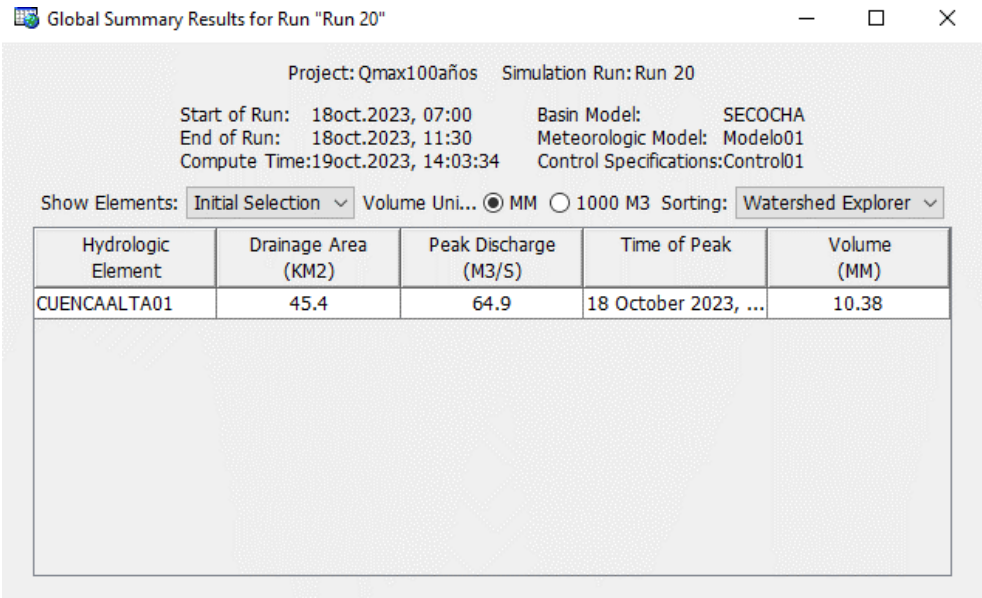


Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCAALTA01	45.4	40.1	18 October 2023, ...	6.43

Elaborado por: El autor

Figura 65:

Resultado de caudal para 500años

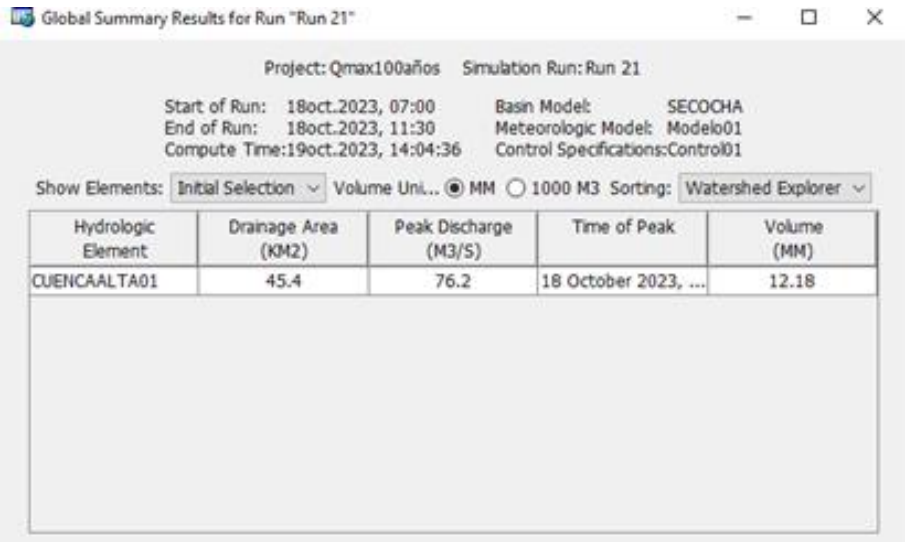


Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCAALTA01	45.4	64.9	18 October 2023, ...	10.38

Elaborado por: El autor

Figura 66:

Resultado de caudal para 1000años



Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CUENCAALTA01	45.4	76.2	18 October 2023, ...	12.18

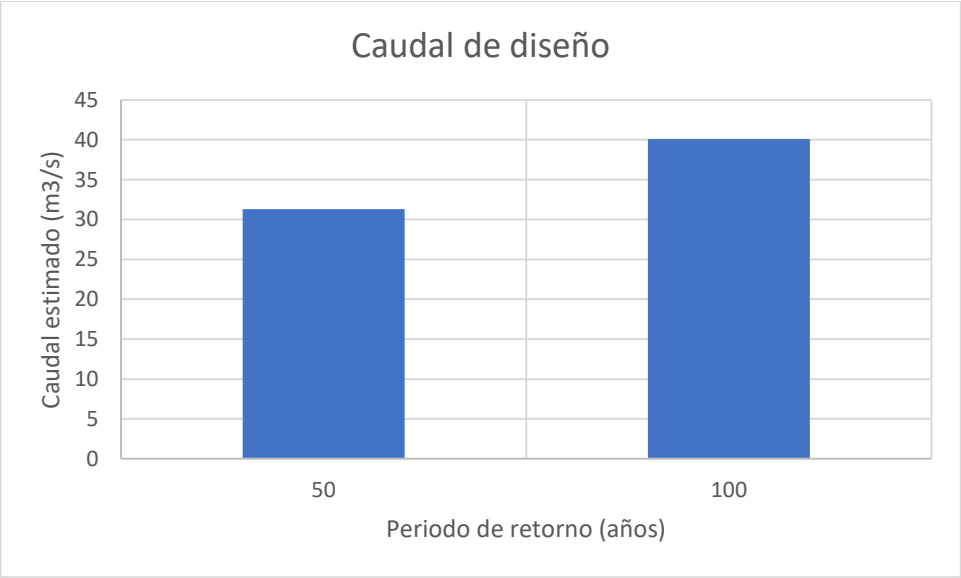
Elaborado por: El autor

Resultado

Período de retorno (años)	Caudal estimado (m3/s)
50	31.3
100	40.1

Figura 67:

Caudal de diseño de la investigación



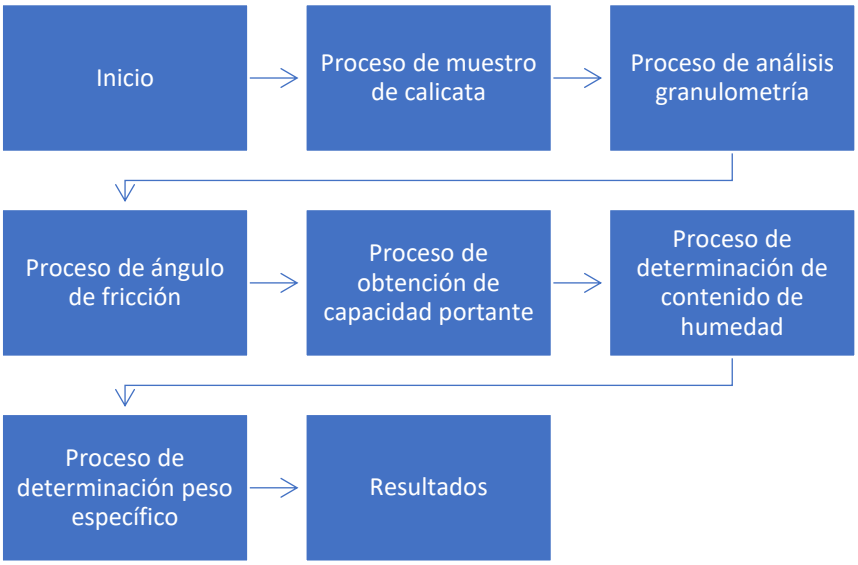
Elaborado por: El autor

4.3 Parámetros geotécnicos

4.3.1 Mapa de procesos

Tabla 18:

Proceso de parámetros geotécnicos



Elaborado por: El autor

4.3.2 Procesos

Calicata 1

Muestro de calicata 1

El estudio de suelos precisa de una calicata para determinar las características de este suelo, calicata se analiza las características del suelo la estratigrafía indica las características del suelo lo cual mediante la observación se puede hondar las posibles propiedades del suelo, entonces se lleva el material para analizar en el laboratorio el laboratorio nos brinda un certificado con los resultados de los ensayos que ha realizado, uno de estos certificados es el que está relacionado con los ensayos, se tiene el certificado de la muestra que se ha llevado y hay unos valores que son bastante importantes dentro de lo que es el cálculo de estos parámetros.

Figura 68:

Calicata 1 de muestreo

Elaborado por: El autor

Análisis granulometría de calicata 1

Es una representación gráfica que muestras la clasificación de los maritales de manera cuantitativa como gruesos y finos mediante los procesos físicos tamizado y sedimentación gruesa, límite de consistencia de límite de líquido de 26.82, las características granulométricas con un D10=1.007, D30=5.641, D60=13.87 y un Cu=13.8, Cc=2.28, la clasificación según Sucs: GW grava bien gradada y según ASSTHO: A-1ª.

Tabla 19:

Análisis granulométrico tamizadode calicata 1

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - 02487)

SOLICITANTE	CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.55 N.F.
MUESTRA	CALICATA N^{O} 01 - MUESTRA N^{O} 01
FECHA	23 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3”	75.000					
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2'	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1”	25.000	369.00	14.06	14.06	85.94	
3/4"	19.000	265.00	10.10	24.16	75.84	
1/2"	12.500	527.00	20.08	44.25	55.75	
3/8”	9.500	272.00	10.37	54.61	45.39	
¼”	6.300					
N° 4	4.750	497.00	18.94	73.55	26.45	
N° 8	2.360					
N°10	2.000	303.00	11.55	85.10	14.90	
N°16	1.180					
N° 20	0.850	149.00	5.68	90.78	9.22	
N°30	0.600					
N°40	0.425	73.00	2.78	93.56	6.44	
N°50	0.300					
N°60	0.250					
N°80	o. 180					
N°100	0.150	69.00	2.63	96.19	3.81	
N°200	0.075	79.00	3.01	99.20	0.80	
BASE		21.00	o. 80	100.00	0.00	
TOTAL		2624.00	100.00			
% PERDIDA		0.80				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

P.I. = 2624.00
P.L.= 2603.00
P.P. = 21.00
%W= 0.74

LIMITESDECONSISTENCIA:

L.L. = 26.82
L.P.= NP
I.P. = NP

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10 = 1.007 Cu = 13.8
D30 = 5.641 Cc=2.28
D60 = 13.87

CLASIFICACION:

I.G. =

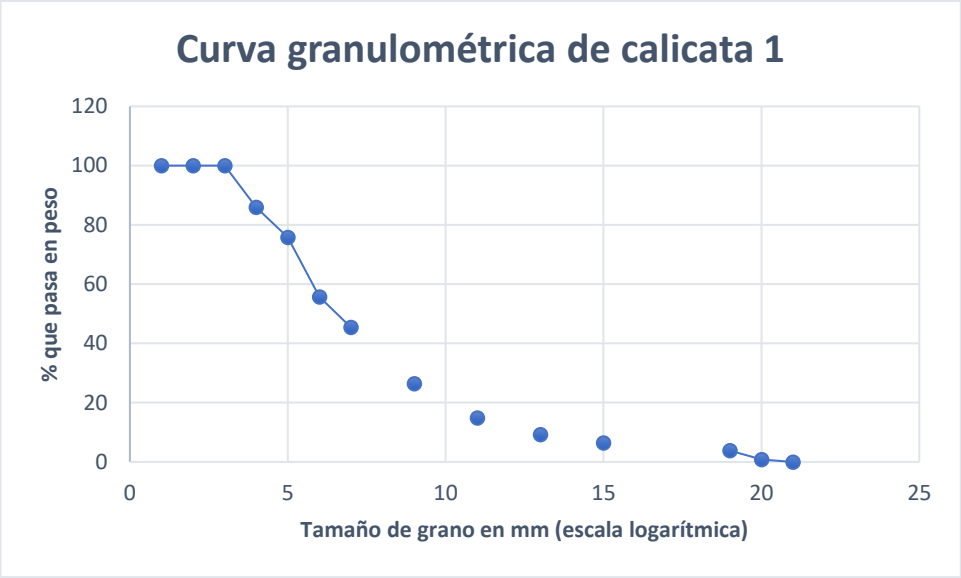
SUCS: GW
ASSTHO: A-1a(O)

OBSERVACIONES:

Elaborado por: El autor

Figura 69:

Curva granulométrica de calicata 1



Elaborado por: El autor

Angulo de fricción de calicata 1

El ángulo de fricción interna permite medir la resistencia al desplazamiento ocasionado por la acción de fricción que existe entre la superficie de cohesión del objeto y su densidad, los suelos con presencia de gravas tienen mayor contacto dado que su particular que sean angulosas, las cuales presentarán un ángulo de fricción interna alta.

Mediante la ecuación de Meyerhof se estima un ángulo de fricción interna 25.7 grados aplicando corrección del ángulo se estima un nuevo ángulo de fricción interna corregido es 27°, esto indica el suelo presenta presencia de gravas.

Tabla 20:

Ángulo de fricción interna de calicata 1

CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCION INTERNA

OBRA	PROPUESTA DISEÑO DE PRESAS DE CONTROL (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RAPIDOS DE MASAANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ - AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N^{O} 01 - MUESTRA N^{O} 01
PROFUNDIDAD	:0.20-1.55 m N.F.
FECHA	:23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata	Densidades secas			Densidad Relativa	% que pasa la malla N^{O} 200	Meyerhof 0.15*DR+25 Ang. de Fricc. interna (*)	Factor de Corrección "n" (100% N° 200) + 5	Corrección del Angulo de Fricc. Interna (*)
Muestra Ubicación Prof. SUCS	Natural de campo ( )	Mín.	Máx.					
C. 1 M.1 GW	1.73	1.72	1.87	4.66	0.8	25.7	104.2	27

Elaborado por: El autor

Obtención de capacidad portante de calicata 1

Estos valores son la cohesión y el ángulo de fricción, este valor se usa para obtener nuestra capacidad portante, se recurrió a la fórmula de Terzaghi de la capacidad portante y se reemplazan los valores, en primera instancia se realiza la clasificación de suelos, esta es GW gravas bien gradadas con presencia de gravas y arena, el valor de ángulo de fricción es 27 grados y con una capacidad portante de 2.56 kg/cm2 esto indica que es un suelo gravas con arena se tiene dar el tratamiento indicado para mejorar su cohesión, es un buen suelo, con esto se puede determinar las dimensiones del dique y sacar su plano de presas.

Tabla 21:

Cálculo de la capacidad portante de calicata 1

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tesis	Propuesta diseño de presas de control (CHECK DAMS) para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la Quebrada Secocha Camaná - Arequipa"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N^{O} 01 - MUESTRA N^{O} 01
PROFUNDIDAD	: 0.20-1.55 m N.F.
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata	Angulo fricción interna	Fact. De capacidad de carga		Ancho de cimentación	Densidad Natural	Profund. De cimentación	qu tn/m2	q Adm
Muestra								
Ubicación		Nr	Nq					F.S. 3
Prof.	(o)			(B)		(h)		Kg/cm2
SUCS				(m)	( )	(m)		
C - 1	27.000	23.930	13.200	1.000	1.730	1.000	43535	1.451 0.972 (*)
M - 1	27.000	23.930	13.200	1.500	1.730	1.500	65303	2.177 1.458 (*)
GW	27.000	23.930	13.200	1.500	1.730	2.000	76721	2.557 1.713 (*)

(*) Corrección por nivel freático

Elaborado por: El autor

Determinación de contenido de humedad de calicata 1

El contenido de humedad de una muestra expresa la cantidad agua que tiene la muestra, dado que este resultado expresa de manera porcentual de agua por peso o volumen mediante el peso de la muestra y peso después del horno el contenido de humedad es 0.74%, esto indica poca presencia de humedad.

Tabla 22:

Contenido de humedad de calicata 1

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	322.03
SUELO SECO + TARRO	gr	319.91
PESO DEL TARRO	gr	32.91
PESO DEL AGUA	gr	2.12
PESO DEL SUELO SECO	gr	287
HUMEDAD %	%	0.74

Elaborado por: El autor

Determinación peso específico de calicata 1

El peso específico del suelo es la cantidad de relación peso-volumen varía con el peso específico saturación del suelo, el peso específico depende del contenido de humedad, de los espacios de aire y peso de las partículas sólidas, la muestra llevada al laboratorio se obtuvo un contenido de humedad de 0.74 % y el peso específico es 1.87 gr/cm3.

Tabla 23:

Peso específico de calicata 1

DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

SUELTO			
PESO M + AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE	
13952	8419	3210.5	1723
13955	8419	3210.5	1724

13950	8419	3210.5	1723	
			1724	KG/M3
	DENSIDAD MINIMA		1.72	GR/CM3

VARILLADO				
PESO M + AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14435	8419	3210.5	1874	
14438	8419	3210.5	1875	
14436	8419	3210.5	1874	
			1874	KG/M3
	DENSIDAD MÁXIMA		1.87	GR/CM3

Elaborado por: El autor

Resultado de calicata 1

Tabla 24:

Resultado de estudio geotécnico 1

Análisis Granulometría	Ángulo de fricción interna	Capacidad portante	Contenido de humedad	Peso especifico
	Grados	Kg/cm2	%	Gr/cm3
GW	27	2.56	0.74	1.87

Elaborado por: El autor

Estos resultados permiten el dimensionamiento de la presa y la validación, contrastación de hipótesis.

Calicata 2

Muestra de calicata 2

La calicata 2, se analizan las características del suelo, la estratigrafía indica las características del suelo, lo cual mediante la observación se puede hondar las posibles propiedades del suelo, entonces se lleva el material para analizar en el laboratorio y nos brinda los resultados de los ensayos que ha realizado, uno de estos certificados es el que está relacionado con los ensayos, se tiene el certificado de la muestra que se ha llevado y hay unos valores que son bastante importantes dentro de lo que es el cálculo de estos parámetros.

Análisis granulometría de calicata 2

Es una representación gráfica que muestras la clasificación de los maritales de manera cuantitativa como gruesos y finos mediante los procesos físicos tamizado y sedimentación gruesa, límite de consistencia de límite de líquido de 20.29, las características granulométricas con un D10=0.699, D30=6.881, D60=26.53 y un Cu=37.9, Cc=2.55, la clasificación según Sucs: GW grava bien gradada y según ASSTHO: A-1ª (0).

Tabla 25:

Análisis granulométrico por tamizado calicata 2

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - 02487)

TESIS	PROPUESTA DISENO DE PRESAS DE CONTROL (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ-AREQUIPA"
SOLICITANTE	CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.80 N.F.
MUESTRA	CALICATA N^{O} 02 - MUESTRA N^{O} 01
FECHA	23 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3”	75.000					
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
2'	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	778.00	20.16	20.16	79.84	
1”	25.000	867.00	22.46	42.62	57.38	
3/4"	19.000	384.00	9.95	52.56	47.44	
1/2"	12.500	336.00	8.70	61.26	38.73	
3/8”	9.500	160.00	4.15	65.41	34.59	
¼”	6.300					
N° 4	4.750	321.00	8.32	73.73	26.27	
N° 8	2.360					
N°10	2.000	309.00	8.01	81.74	18.26	
N°16	1.180					
N° 20	0.850	253.00	6.55	88.29	11.71	
N°30	0.600					
N°40	0.425	186.00	4.82	93.11	6.89	
N°50	0.300					
N°60	0.250					
N°80	0. 180					

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

P.I. = 3860.00

P.L.= 3753.00

P.P. = 107.00

%W= 0.46

LIMITES DE CONSISTENCIA:

L.L. = 20.29

L.P.= NP

I.P. = NP

CARACT. GRANULOMETRICAS:

D10 = 0.699 Cu = 37.9

D30 = 6.881 Cc=2.55

D60 = 26.53

CLASIFICACION:

I.G. =

SUCS : GW

ASSTHO : A-1a(O)

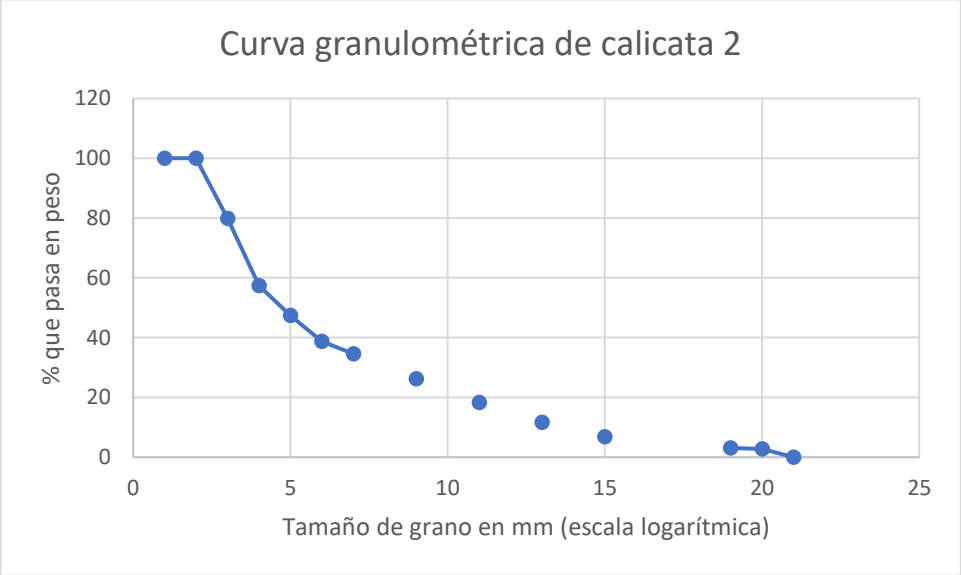
OBSERVACIONES:

N°100	0.150	147.00	3.81	96.92	3.08		
N°200	0.075	12.00	0.31	97.23	2.77		
BASE		107.00	2.77	100.00	0.00		
TOTAL		3860.00	100.00				
% PERDIDA		2.77					

Elaborado por: El autor

Figura 70:

Curva granulométrica calicata 2



Elaborado por: El autor

Angulo de fricción de calicata 2

El ángulo de fricción interna permite medir la resistencia al desplazamiento ocasionado por la acción de fricción que existe entre la superficie de cohesión del objeto y su densidad, los suelos con presencia de gravas tienen mayor contacto dado que su particular que sean angulosas, las cuales presentarán un ángulo de fricción interna alta.

Mediante la ecuación de Meyerhof se estima un ángulo de fricción interna 25.35 grados aplicando corrección del ángulo se estima un nuevo ángulo de fricción interna corregido es 26°, esto indica el suelo presenta presencia de gravas.

Tabla 26:

Ángulo de fricción interna de calicata 2

CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCION INTERNA

Tesis	Propuesta diseño de presas de control (CHECK DAMS) para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la Quebrada Secocha Camaná - Arequipa"
SOLICITANTE	: Claudio Arnaldo Gutiérrez Colca
UBICACIÓN	: Quebrada Secocha, Centro Poblado Secocha, Provincia de Camaná
MUESTRA	: Calicata N^{O} 02 - MUESTRA N^{O} 01
PROFUNDIDAD	:0.20-1.80 m N.F.
FECHA	:23 de septiembre del 2023

Calicata / Muestra / Ubicación / Prof. / SUCS	Densidades secas			Densidad Relativa (DR) %	% que pasa la malla N^{O} 200	Meyerhof 0.15*DR+25 Ang. de Fricc. interna (*)	Factor de Corrección "n" (100% N° 200) + 5	Corrección del Angulo de Fricc. Interna (*)
	Natural de campo ()	Mín.	Máx.					
C - 2 M - 1 GW	1.77	1.77	1.99	2.34	2.77	25.35	102.23	26

Elaborado por: El autor.

Obtención de capacidad portante de calicata 2

Estos valores son la cohesión y el ángulo de fricción, este valor se usó para obtener nuestra capacidad portante, se recurrió a la fórmula de Terzaghi de la capacidad portante y se reemplazan los valores, en primera instancia se realiza la clasificación de suelos, esta es GW gravas bien gradadas con presencia de gravas y arena, el valor de ángulo de fricción es 26 grados y con una capacidad portante de 2.38 kg/cm2 esto indica que es un suelo gravas con arena se tiene dar el tratamiento indicado para mejorar su cohesión, es un buen suelo, con esto se puede determinar las dimensiones del presa y sacar su plano de presas.

Tabla 27:

Cálculo de la capacidad portante de calicata 2

CUADRO 2

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tesis	Propuesta diseño de presas de control (CHECK DAMS) para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la Quebrada Secocha Camaná - Arequipa"
SOLICITANTE	: Claudio Arnaldo Gutiérrez Colca
UBICACIÓN	: Quebrada Secocha, Centro Poblado Secocha, Provincia de Camaná
MUESTRA	: Calicata N^{O} 02 - MUESTRA N^{O} 01
PROFUNDIDAD	:0.20-1.80 m N.F.
FECHA	:23 de septiembre del 2023

Calicata / Muestra / Ubicación / Prof. / SUCS	Angulo fricción interna (o)	Fact. De capacidad de carga		Ancho de cimentación (B) (m)	Densidad Natural ( )	Profund. De cimentación (h) (m)	qu tn/m2	q Adm F.S. 3 Kg/cm2
		Nr	Nq					
C - 2	26.000	22.250	11.850	1.000	1.770	1.000	40.666	1.356 0.908 (*)
M - 1	26.000	22.250	11.850	1.500	1.770	1.500	60.999	2.033 1.362 (*)
GW	26.000	22.250	11.850	1.500	1.770	2.000	71.486	2.383 1.597 (*)

(*) Corrección por nivel freático

Elaborado por: El autor

Determinación de contenido de humedad de calicata 2

El contenido de humedad de una muestra expresa la cantidad agua que tiene la muestra, dado que este resultado expresa de manera porcentual de agua por peso o volumen mediante el peso de la muestra y peso después del horno el contenido de humedad es 0.46%, esto indica poca presencia de humedad.

Tabla 28:

Contenido de humedad de calicata 2

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	298.48
SUELO SECO + TARRO	gr	297.28
PESO DEL TARRO	gr	34.58
PESO DEL AGUA	gr	1.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	262.70
HUMEDAD %	%	0.46

Elaborado por: El autor

Determinación peso específico de calicata 2

El peso específico del suelo es la cantidad de relación peso-volumen varía con el peso específico saturación del suelo, el peso específico depende del contenido de humedad, de los espacios de aire y peso de las partículas sólidas, la muestra llevada al laboratorio se obtuvo un contenido de humedad de 0.46 % y el peso específico es 1.99 kg/cm3.

Tabla 29:

Peso específico calicata 2

DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

SUELTO				
PESO M + AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14088	8419	3210.5	1766	
14085	8419	3210.5	1765	
14087	8419	3210.5	1765	
			1765	KG/M3

	DENSIDAD MINIMA		1.77	GR/CM3

VARILLADO				
PESO M + AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14800	8419	3210.5	1988	
14804	8419	3210.5	1989	
14803	8419	3210.5	1988	
			1988	KG/M3
	DENSIDAD MÁXIMA		1.99	GR/CM3

Elaborado por: El autor

Resultado de calicata 2

Tabla 30:

Resultado de estudio geotécnico de calicata 2

Análisis Granulometría	Ángulo de fricción interna	Capacidad portante	Contenido de humedad	Peso especifico
	Grados	Kg/cm2	%	gr/cm3
GW	26	2.38	0.46	1.99

Elaborado por: El autor

Estos resultados permiten el dimensionamiento de la presa y la validación, contrastación de hipótesis.

Calicata 3

Muestra de calicata 3

El estudio de suelos precisa de una 3ra calicata para determinar las características de este suelo, calicata se analiza las características del suelo la estratigrafía indica las características del suelo lo cual mediante la observación se puede hondar las posibles propiedades del suelo, entonces se lleva el material para analizar en el laboratorio y nos brinda un certificado con los resultados de los ensayos que ha realizado, uno de estos certificados es el que está relacionado con los ensayos, se tiene el certificado de la muestra que se ha llevado y hay unos valores que son bastante importantes dentro de lo que es el cálculo de estos parámetros.

Análisis granulometría de calicata 3

Es una representación gráfica que muestras la clasificación de los maritales de manera cuantitativa como gruesos y finos mediante los procesos físicos tamizado y sedimentación gruesa, límite de consistencia de límite de líquido de 21.95, las características granulométricas con un D10=0.372, D30=3.490, D60=19.48 y un Cu=52.4 Cc=1.68, la clasificación según Sucs: GW grava bien gradada y según ASSTHO: A-1ª.

Tabla 31:

Análisis granulométrico por tamizado calicata 3

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - 02487)

TESIS	Propuesta diseño de presas de control (CHECK DAMS) para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la Quebrada Secocha Camaná - Arequipa"
SOLICITANTE	CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 2.00 N.F.
MUESTRA	CALICATA N° 03 - MUESTRA N° 01
FECHA	23 DE SETIEMBRE DEL 2023

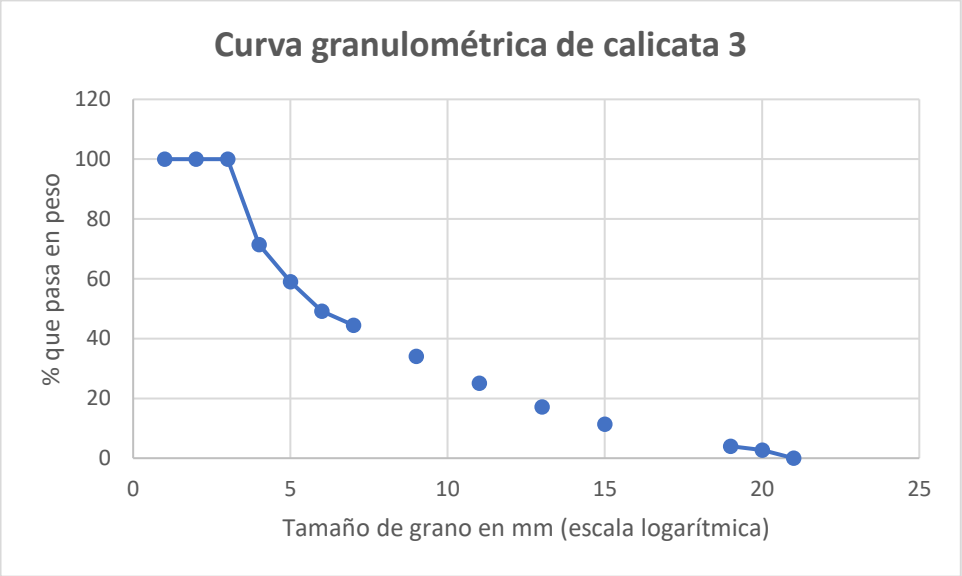
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: / DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3”	75.000						P.I. = 3325.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3235.00
2'	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P. = 190.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		%W= 1.54
1”	25.000	951.00	28.60	28.60	71.40		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	412.00	12.39	40.99	59.01		L.L. = 21.95
1/2"	12.500	328.00	9.86	50.86	49.14		L.P.= NP
3/8”	9.500	155.00	4.66	55.52	44.48		I.P. = NP
¼”	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
N° 4	4.750	345.00	10.38	65.89	34.11		D10 = 0.372 Cu = 52.40
N° 8	2.360						D30 = 3.490 Cc= 1.68
N°10	2.000	298.00	8.96	74.86	25.14		D60 = 19.48
N°16	1.180						
N° 20	0.850	265.00	7.97	82.83	17.17		CLASIFICACION:
N°30	0.600						I.G. =
N°40	0.425	191.00	5.74	88.57	11.43		SUCS : GW
N°50	0.300						ASSTHO : A-1a(O)
N°60	0.250						OBSERVACIONES:

N°80	o. 180						
N°100	0.150	245.00	7.37	95.94	4.06		
N°200	0.075	45.00	1.35	97.29	2.71		
BASE		90.00	2.71	100.00	0.00		
TOTAL		3325.00	100.00				
% PERDIDA		2.71					

Elaborado por: El autor

Figura 71:

*Curva granulométrica de cal*icata *3*



Elaborado por: El autor

Angulo de fricción de calicata 3

El ángulo de fricción interna permite medir la resistencia al desplazamiento ocasionado por la acción de fricción que existe entre la superficie de cohesión del objeto y su densidad, los suelos con presencia de gravas tienen mayor contacto dado que su particular que sean angulosas, las cuales presentaran un ángulo de fricción interna alta.

Mediante la ecuación de Meyerhof se estima un ángulo de fricción interna 26.25 grados aplicando corrección del ángulo se estima un nuevo ángulo de fricción interna corregido es 27°, esto indica el suelo presenta presencia de gravas.

Tabla 32:

Ángulo de fricción interna de calicata 3

CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCION INTERNA

Tesis	Propuesta diseño de presas de control (CHECK DAMS) para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná - Arequipa"
SOLICITANTE	: Claudio Arnaldo Gutiérrez Colca
UBICACIÓN	: Quebrada Secocha, centro poblado Secocha, provincia de Camaná
MUESTRA	: Calicata N° 03 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	:0.20- 2.00 m N.F.
FECHA	:23 de septiembre del 2023

Calicata / Muestra / Ubicación / Prof. / SUCS	Densidades secas			Densidad Relativa (DR) %	% que pasa la malla N^{O} 200	Meyerhof 0.15*DR+25 Ang. de Fricc. interna (*)	Factor de Corrección "n" (100% N° 200) + 5	Corrección del Angulo de Fricc. Interna (*)
	Natural de campo ()	Mín.	Máx.					
C - 2 M - 1 GW	1.81	1.80	1.99	8.31	2.71	26.25	102.29	27

Elaborado por: El autor

Obtención de capacidad portante de calicata 3

Estos valores son la cohesión y el ángulo de fricción, este valor se usó para obtener nuestra capacidad portante, se recurrió a la fórmula de Terzaghi de la capacidad portante y se reemplazan los valores, en primera instancia se realiza la clasificación de suelos, esta es GW gravas bien gradadas con presencia de gravas y arena, el valor de ángulo de fricción es 27 grados y con una capacidad portante de 2.68 kg/cm2 esto indica que es un suelo gravas con arena se tiene dar el tratamiento indicado para mejorar su cohesión, es un buen suelo, con esto se puede determinar las dimensiones del dique y sacar su plano de presas.

Tabla 33:

Cálculo de la capacidad portante de calicata 3

CUADRO 2

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Tesis	Propuesta diseño de presas de control (CHECK DAMS) para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la Quebrada Secocha Camaná - Arequipa"
SOLICITANTE	: Claudio Arnaldo Gutiérrez Colca
UBICACIÓN	: Quebrada Secocha, Centro Poblado Secocha, Provincia de Camaná
MUESTRA	: Calicata N^{O} 02 - MUESTRA N^{O} 01
PROFUNDIDAD	:0.20-1.80 m N.F.
FECHA	:23 de septiembre del 2023

Calicata	Angulo fricción interna	Fact. De capacidad de carga		Ancho de cimentación	Densidad Natural	Profund. De cimentación	qu tn/m2	q Adm
Muestra								
Ubicación		Nr	Nq					F.S. 3
Prof.	(o)			(B)		(h)		
SUCS				(m)	( )	(m)		Kg/cm2
C - 2	27.000	23.940	13.200	1.000	1.810	1.000	45.558	1.519
								1.017 (*)
M - 1	27.000	23.940	13.200	1.500	1.810	1.500	68.337	2.278
								1.526 (*)

GW	27.000	23.940	13.200	2.000	1.810	2.000	80.283	2.676
								1.793(*)

(*) Corrección por nivel freático

Elaborado por: El autor

Determinación de contenido de humedad de calicata 3

El contenido de humedad de una muestra expresa la cantidad agua que tiene la muestra, dado que este resultado de expresa de manera porcentual de agua por peso o volumen mediante el peso de las muestra y peso después del horno el contenido de humedad es 1.54%, esto indica poca presencia de humedad.

Tabla 34:

Contenido de humedad de calicata 3

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108		
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	302.15
SUELO SECO + TARRO	gr	298.11
PESO DEL TARRO	gr	35.12
PESO DEL AGUA	gr	4.04
PESO DEL SUELO SECO	gr	262.99
HUMEDAD %	%	1.54

Elaborado por: El autor

Determinación peso específico de calicata 3

El peso específico del suelo es la cantidad de relación peso-volumen varía con el peso específico saturación del suelo, el peso específico depende del contenido de humedad, de los espacios de aire y peso de las partículas sólidas, la muestra llevada al laboratorio se obtuvo un contenido de humedad de 1.54 % y el peso específico es 1.99 gr/cm3.

Tabla 35:

Peso específico de calicata 3

DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

SUELTO				
PESO M + AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14185	8419	3210.5	1796	
14182	8419	3210.5	1795	
14180	8419	3210.5	1794	
			1795	KG/M3
	DENSIDAD MINIMA		1.80	GR/CM3

VARILLADO				
PESO M + AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14812	8419	3210.5	1991	
14814	8419	3210.5	1992	
14816	8419	3210.5	1993	
			1992	KG/M3
	DENSIDAD MÁXIMA		1.99	GR/CM3

Elaborado por: El autor

Resultado de calicata 3

Tabla 36:

Resultado de estudio geotécnico calicata 3

Análisis Granulometría	Ángulo de fricción interna	Capacidad portante	Contenido de humedad	Peso especifico
	Grados	Kg/cm2	%	gr/cm3
GW	27	2.68	1.54	1.99

Elaborado por: El autor

Estos resultados permiten el dimensionamiento de la presa y la validación, contrastación de hipótesis.

4.3.3 Resumen de resultado de calicata 1, 2 y 3

Tabla 37:

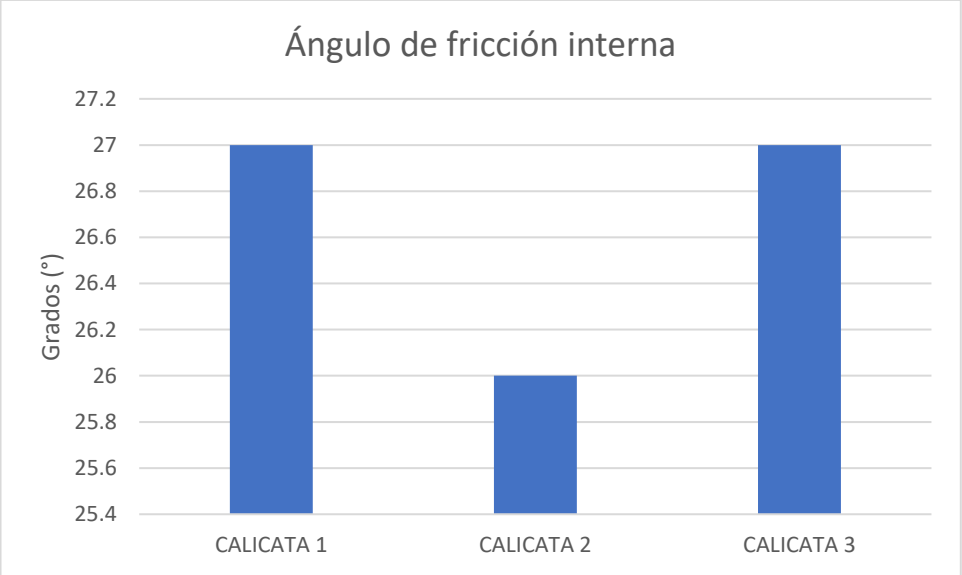
Resumen de calicatas 1,2 y 3

	Análisis Granulometría	Ángulo de fricción interna	Capacidad portante	Contenido de humedad	Peso específico
		Grados	Kg/cm2	%	gr/cm3
CALICATA 1	GW	27	2.56	0.74	1.87
CALICATA 2	GW	26	2.38	0.46	1.99
CALICATA 3	GW	27	2.68	1.54	1.99

Elaborado por: El autor

Figura:

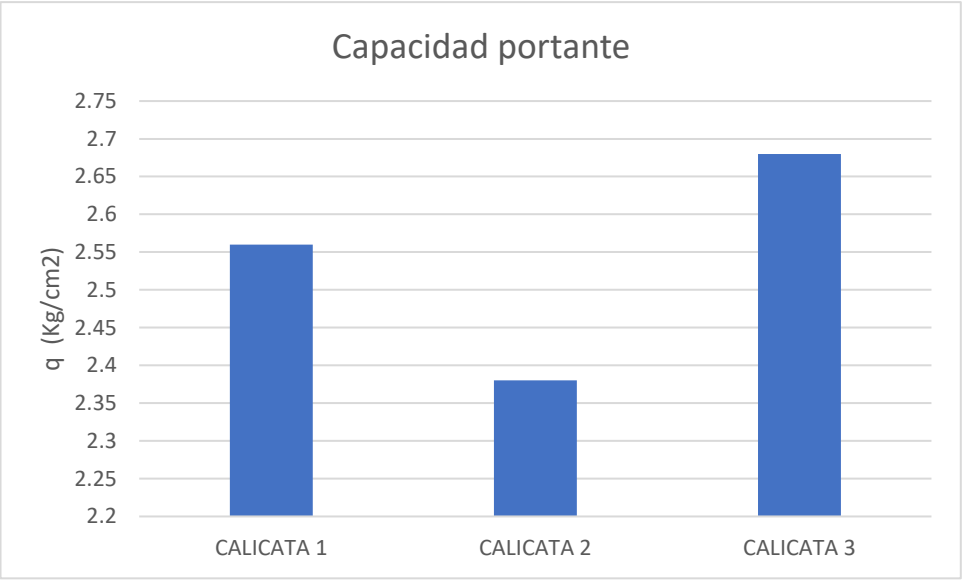
Ángulo de fricción interna de las calicatas



Elaborado por: El autor

Figura 72:

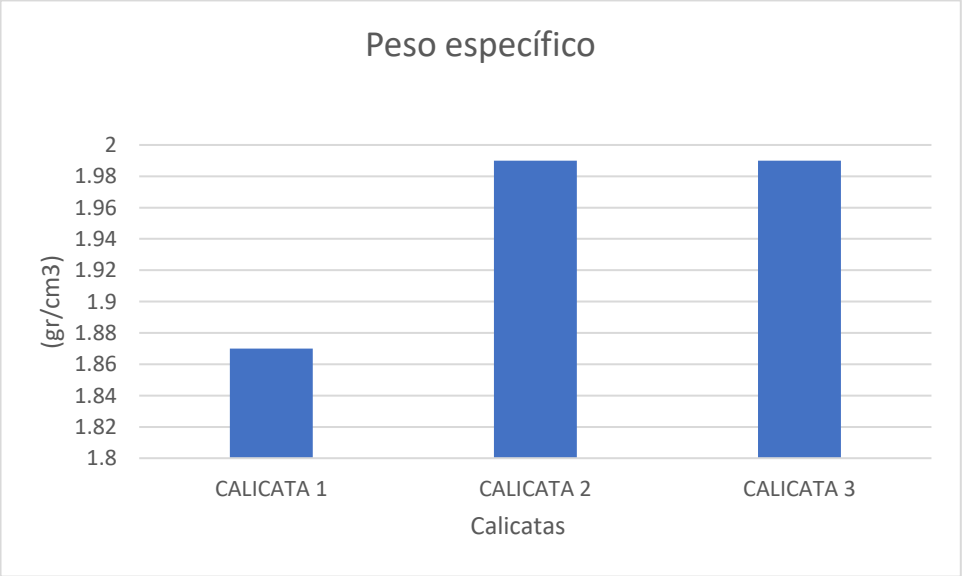
Capacidad portante



Elaborado por: El autor

Figura 73*:*

Peso específico



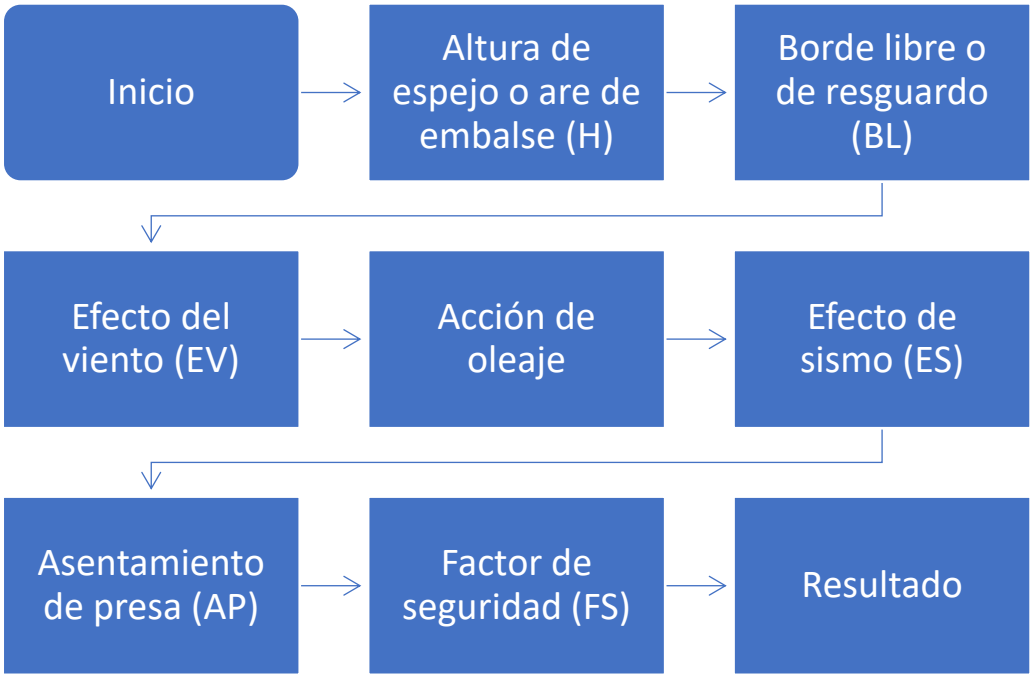
Elaborado por: El autor

4.4 Pre dimensionamiento de presa de control

4.4.1 Mapa de procesos

Figura 74:

Mapa de proceso de redimensionamiento de presa



Elaborado por: El autor

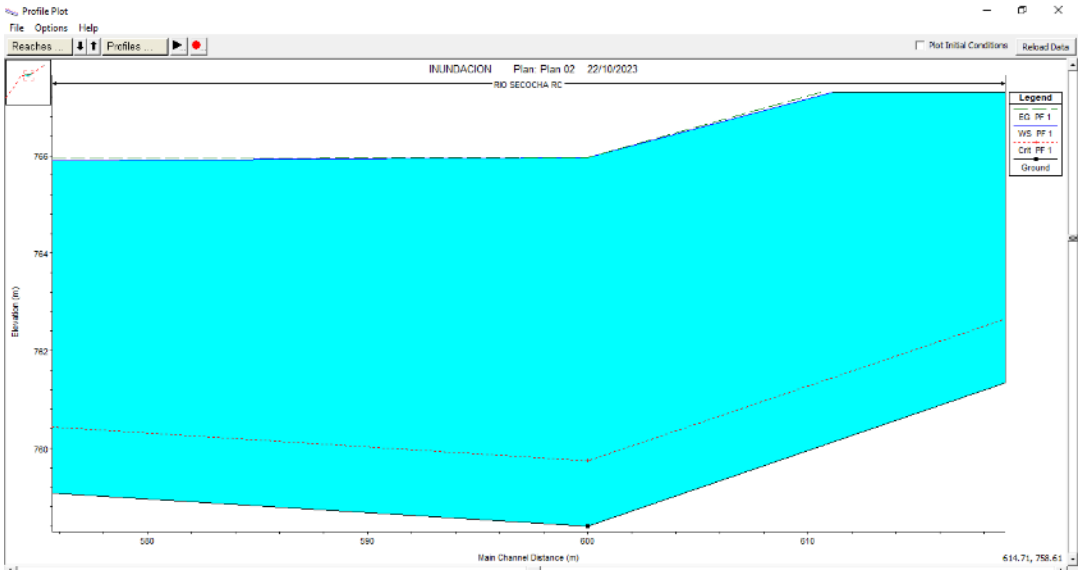
4.4.2 Procesos

Proceso tramo 1: Pre dimensionamiento de presa escollera

Altura de espejo o are de embalse (H): 8 m

Figura 75:

Altura de espejo o área de embalse (H)



Elaborado por: El autor

Borde libre o de resguardo (BL)

Consideración de parámetros tener en cuenta para el prediseño preparado más allá de las expectativas.

Seguridad en carreteras más anchas de lo previsto.

Considerar el efecto de oleaje

Cabe señalar que:

FS: Factor de seguridad (se considera 3% de la altura de la presa)

AP: Asentamiento de presa.

ES: Efecto de sismo.

AO: Acción de oleaje.

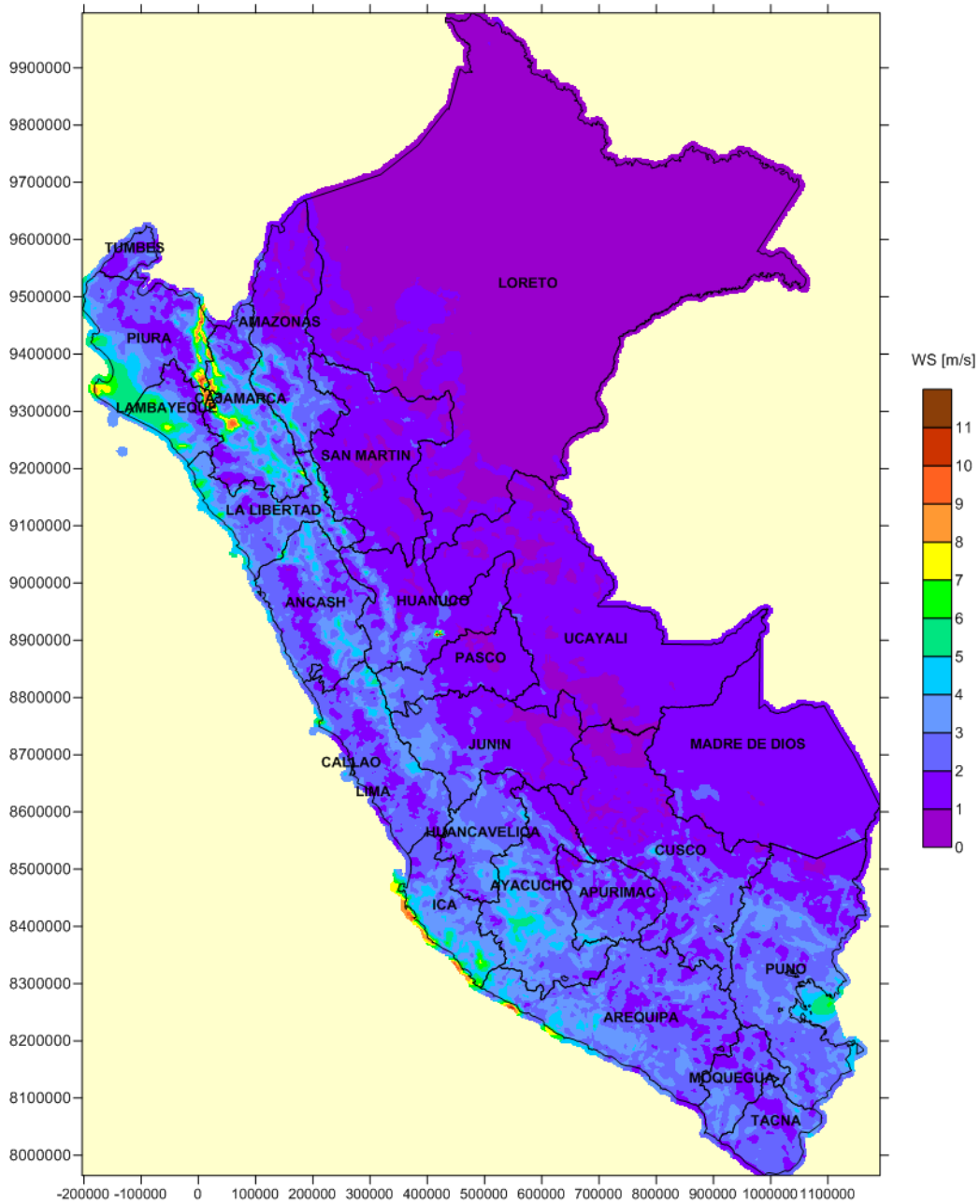
EV: Efecto del viento

$$BL = EV + AO + ES + AP + FS$$

Efecto del viento (EV)

Figura 76:

Efecto del viento presa de control 1 (EV)



Elaborado por: El autor

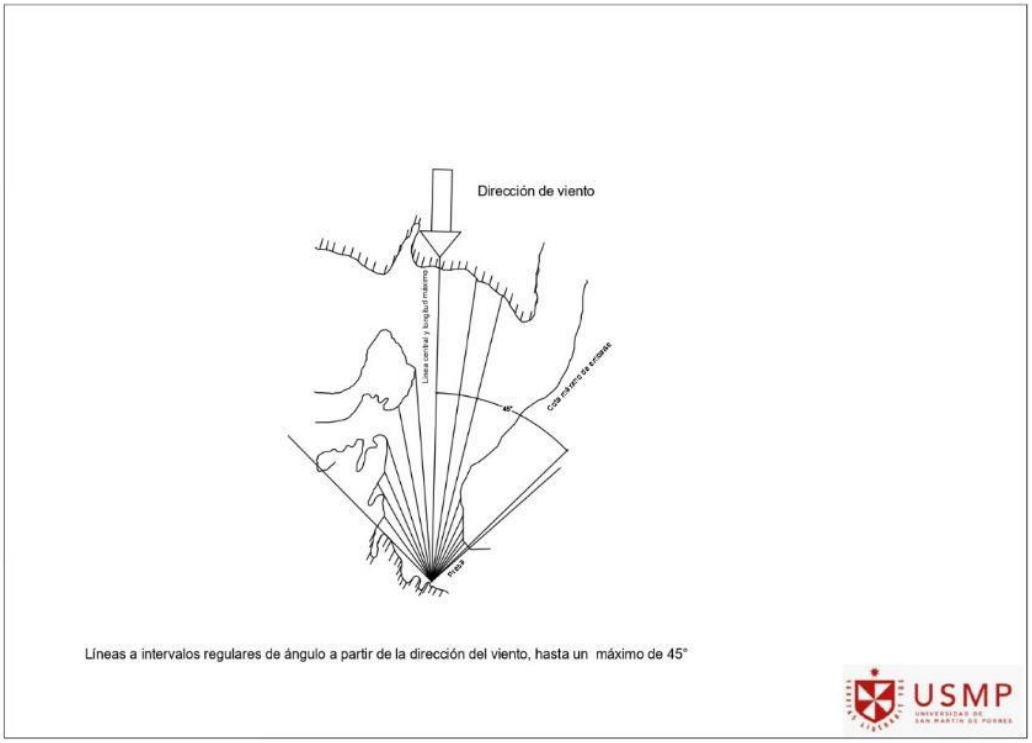
Según el último reporte anemómetro de atlas eólico del Perú 2016, esta estimación es prevista de una altura de 10m, dicha velocidad según ente es:

$$V = 3\ m/s$$

Para el cálculo de efecto del viento nos solo es necesario la velocidad del viento según la zona de intervención, sino que es necesario precisar el Fetch efectivo

Figura 77:

Fetch efectivo presa de control 1



Elaborado por: El autor

La expresión de fetch es la relación de la sumatoria del producto de longitud de radio y ángulo del radio

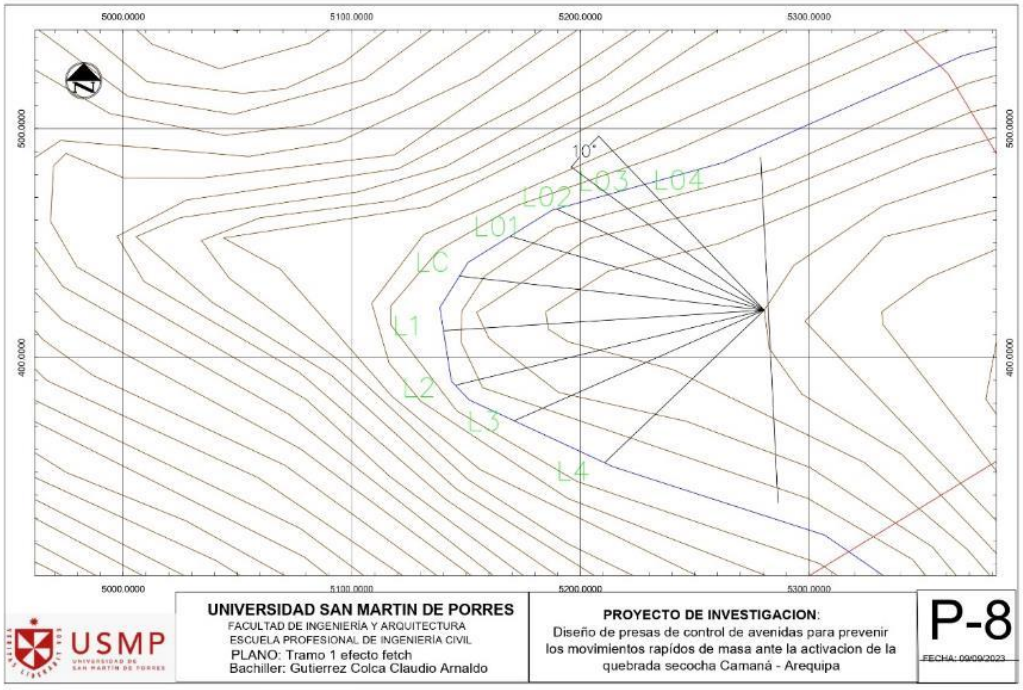
$$F_e = \frac{\sum L_x cos \propto}{\sum cos \propto}$$

Lx: se refiere a la longitud del haz medida desde la presa hasta el borde del agua, medida a intervalos regulares entre la dirección del viento y el ángulo máximo de 10°.

Se trabajará con las curvas de nivel de la cuenca en estudio.

Figura 78:

Curvas de nivel de la cuenca



Elaborado por: El autor

Tabla 38:

Presa de control 1

Presa de control 1				
# de línea	Lx(m)	θ (°)	Cos(θ)	Lx* Cos(θ)
L04	75.8	40	0.766	58.063
L03	84.8	30	0.866	73.437
L02	101.05	20	0.94	94.987
L01	115.1	10	0.985	113.374
LC	134.1	0	1	134.1
L1	149.8	10	0.985	147.553
L2	139	20	0.94	130.66

L3	119.6	30	0.866	103.574
L4	96.5	40	0.766	73.919
		∑	8.114	929.666

Elaborado por: El autor

$$F_e = \frac{\sum L_x cos \propto}{\sum cos \propto}$$

$$F_e = \frac{929.666}{8.114}$$

$$F_e = 114.6\, m\ o\ \ 0.1146\, km$$

La longitud máxima es: L1=149.8 m

Para estimar el efecto de viento se consideró dos métodos.

Método de Diakon:

$$EV = 0.0186 * V^{0.71} * {F_e}^{0.24} * H^{0.54}$$

De modo que:

V: velocidad de viento (m/s)

Fe: Fetch(km)

H: Altura de espejo o are de embalse(m)

Método de Stevenson – Molitor

$$EV = 0.0323 * \sqrt{VF_e} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{F_e}$$

De modo que:

V: velocidad de viento (Km/h)

Fe: Fetch (km)

Se aplicó los parámetros hallados previamente a las ecuaciones.

Método de Diakon:

$$EV = 0.0186 * V^{0.71} * {F_e}^{0.24} * H^{0.54}$$

$$EV = 0.0186 * 3^{0.71} * 114.6^{0.24} * 8^{0.54}$$

$$EV = 0.676\, m$$

Método de Stevenson – Molitor

$$EV = 0.0323 * \sqrt{VF_e} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{F_e}$$

$$EV = 0.0323 * \sqrt{10.8 * 0.1146} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{0.1146}$$

$$EV = 0.643\, m$$

Por consiguiente, el valor de efecto de viento es

$$EV = 0.676\ m$$

Acción de oleaje

La altura de las olas se refiere al nivel sobre la superficie libre máxima que alcanzan las olas después de romper en la ladera superior durante una tormenta.

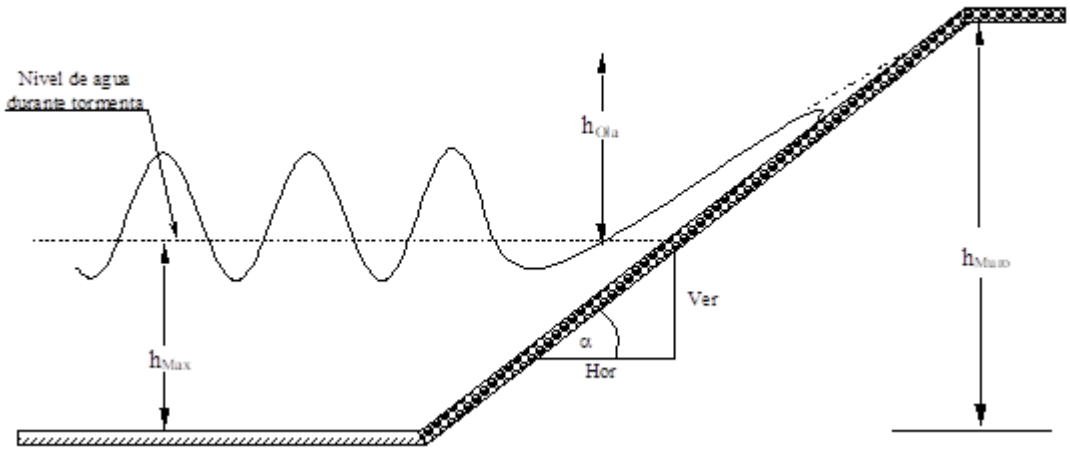
Las variables anteriores se derivaron de datos meteorológicos, pero en los casos en los que no están disponibles, como en este estudio, existen recomendaciones para determinar resultados conservadores.

Dirección del viento: Embalse La dirección del viento se puede obtener en la ubicación de una presa colocando un punto en la costa opuesta que corresponda a la sección más larga del embalse.

Búsqueda efectiva: Se traza una línea central (o línea de diseño) desde el centro de la presa hasta un punto en el terraplén opuesto que proporcione la longitud más larga del nivel freático.

Figura 79:

Acción de oleaje



Elaborado por: El autor

Cabe señalar se consideran dos criterios para su determinación dado su característica del caso:

Altura de oleaje en estructuras de contención con superficie vertical: AO=1.3EV

Altura de oleaje en estructuras de contención con superficie inclinado: AO=1.5EV

Por consiguiente, la presa de control en estudio es escollera, se usará el criterio de altura de oleaje en estructuras de contención con superficie inclinado:

$$AO = 1.5EV$$

$$AO = 1.5 * 0.676$$

$$AO = 1.014\, m$$

Efecto de sismo (ES)

Las vibraciones del suelo de soporte se transmiten al fondo de la presa ya los soportes, provocando allí tensiones adicionales.

Debido a esto, el movimiento de la presa afecta el agua en el embalse y esta reacción crea fuerzas adicionales en el lado aguas arriba.

Esta expresión está dada de la siguiente forma:

$$ES = \frac{V^2 * F_e}{62000 * hm}$$

$$ES = \frac{10.8^2 * 0.1146}{62000 * 9}$$

$$ES = 2.4x10^{-5}\, m \;=\; 0.000024\, m$$

Asentamiento de presa (AP)

Los asentamientos de presas de control se estiman mediante deformaciones experimentales durante la construcción y en su periodo de operación, según ingeniería de presas de escollera, de Manuel Espinoza. Los asentamientos efectivos al término de su construcción oscilan entre 2% al 3% de la altura de estanque H. Los asentamientos posteriores debido a la operacionalización de la presa dada registrada no exceden el 1% de la altura de estanque H. Por consecuente el asentamiento de pres es (AP).

$$AP = 0.01 * H$$

De modo que:

H: es la altura de la presa.

$$AP = 0.01 * H$$

$$AP = 0.01 * 8$$

$$AP = 0.08\, m$$

Factor de confiabilidad (FC)

Es una medida grado se confiabilidad prevista de manera consensuada según las consideraciones de la literatura de presas experimentales que es el 3% de la altura de la presa H.

$$FS = 3\%H$$

$$FS = 0.03 * 8$$

$$FS = 0.24\, m$$

Por consecuente el borde libre o de resguardo (BL) es:

$$BL = EV + AO + ES + AP + FS$$

$$BL = 0.676m + 1.014m + 0.000024m + 0.08m + 0.24m$$

$$BL = 2.01\, m$$

La altura total de presa de control (AT)es:

$$AT = H + BL$$

De modo que:

AT: Altura total de presa

H: Altura de espejo o are de embalse

BL: borde libre o resguardo

$$AT = H + BL$$

$$AT = 8 + 2.01$$

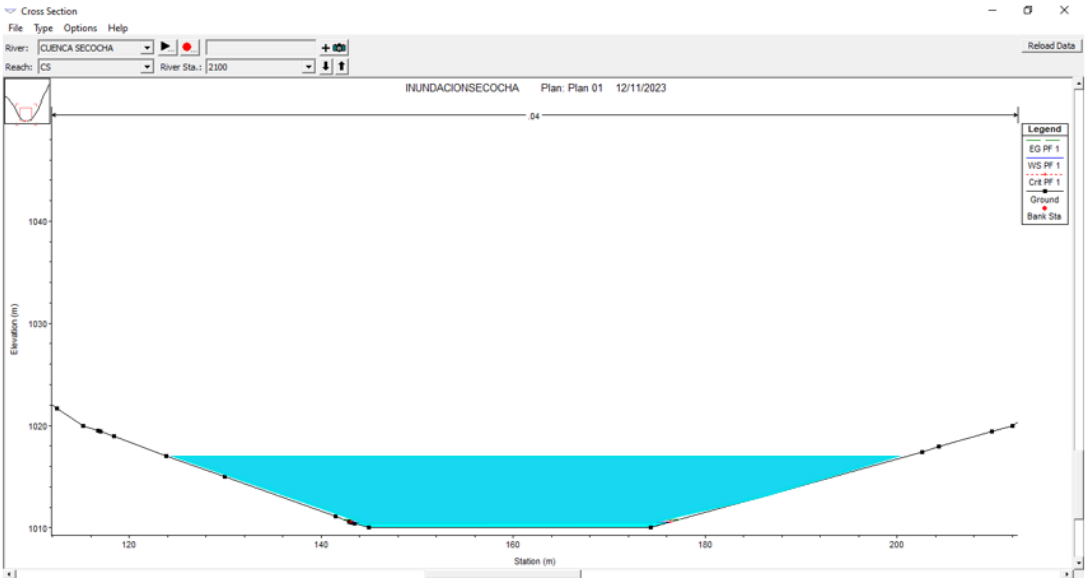
$$AT = 10.01\, m$$

Proceso tramo 2: Pre dimensionamiento de presa escollera

Altura de espejo o are de embalse (H): 7 m

Figura 80:

Altura de espejo de embalse



Elaborado por: El autor

Borde libre o de resguardo (BL)

Consideración de parámetros tener en cuenta para el prediseño preparado más allá de las expectativas.

Seguridad en carreteras más anchas de lo previsto

Considerar el efecto de oleaje

Cabe señalar que:

FS: Factor de seguridad (se considera 3% de la altura de la presa)

AP: Asentamiento de presa.

ES: Efecto de sismo.

AO: Acción de oleaje.

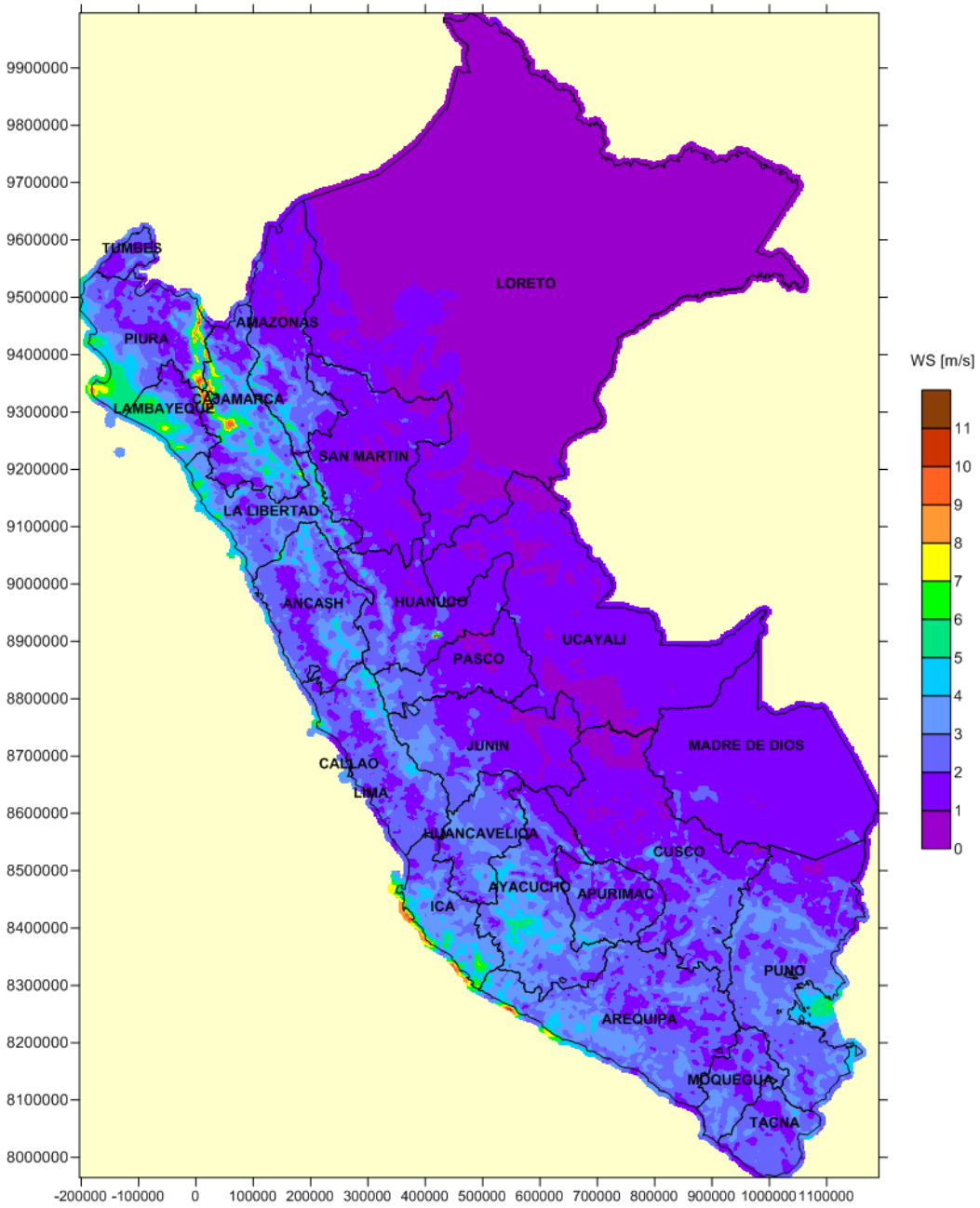
EV: Efecto del viento

$$BL = EV + AO + ES + AP + FS$$

Efecto del viento (EV)

Figura 81:

Efecto del viento presa de control 2



Elaborado por: El autor

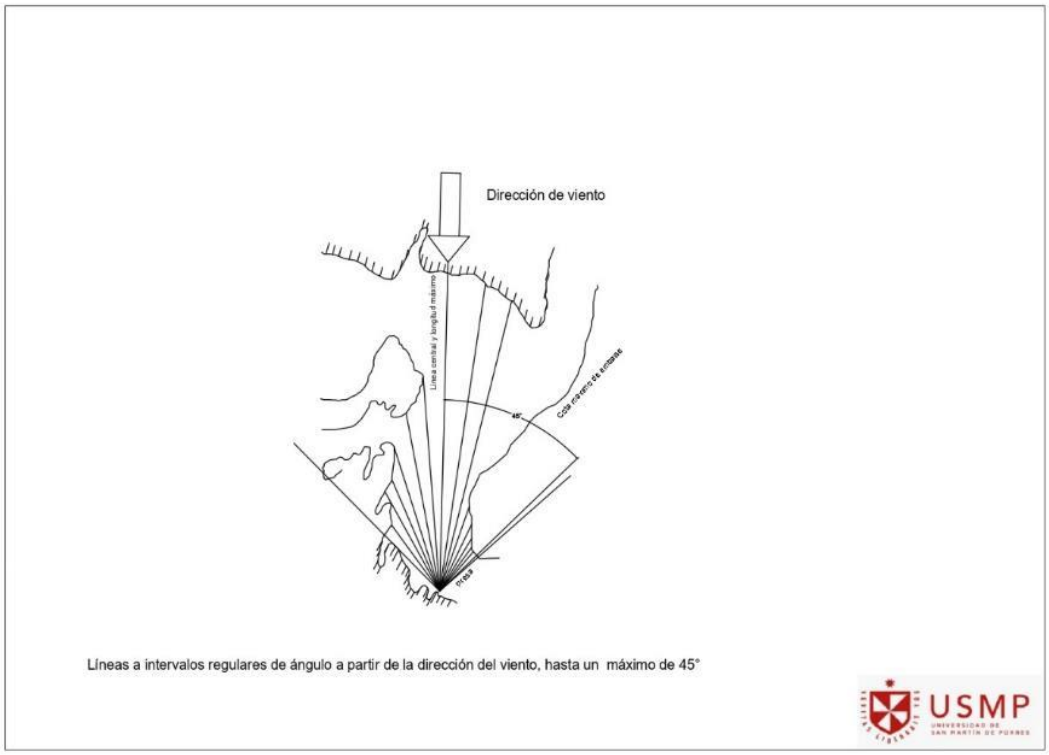
Según el último reporte anemómetro de atlas eólico del Perú 2016, esta estimación es prevista de una altura de 10 m, dicha velocidad según ente es:

$$V = 3\ m/s = \ 10.8\ km/h$$

Para el cálculo de efecto del viento nos solo es necesario la velocidad del viento según la zona de intervención, sino que es necesario precisar el Fetch efectivo

Figura 82:

Efecto fertch presa de control 2



Elaborado por: El autor

La expresión de fetch es la relación de la sumatoria del producto de longitud de radio y ángulo del radio

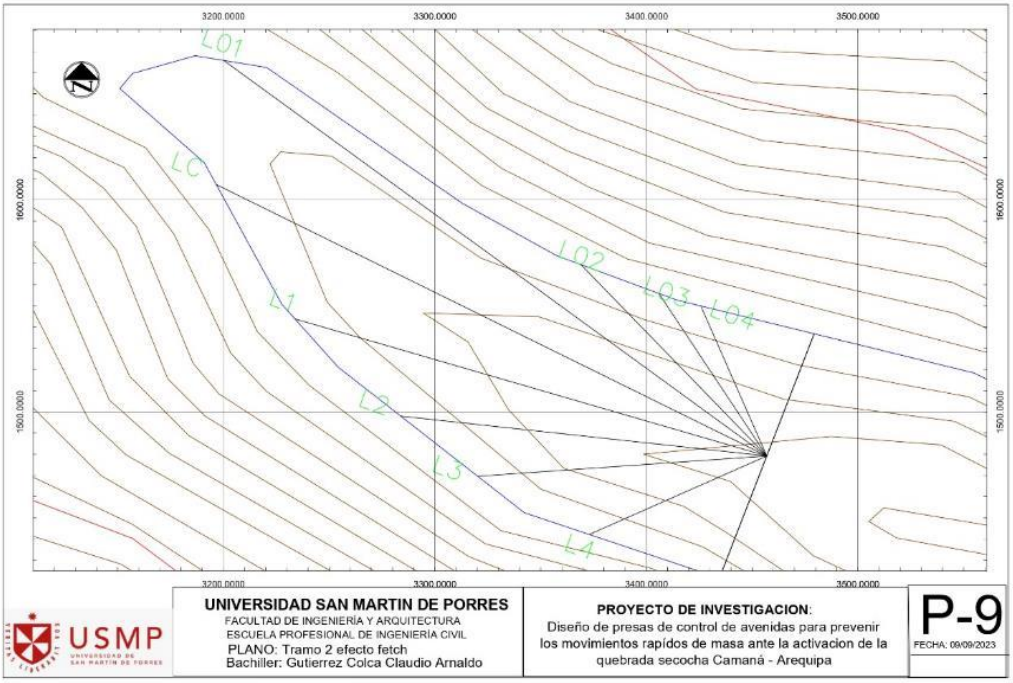
$$F_e = \frac{\sum L_x cos \propto}{\sum cos \propto}$$

Lx: se refiere a la longitud del haz medida desde la presa hasta el borde del agua, medida a intervalos regulares entre la dirección del viento y el ángulo máximo de 10°.

Se trabajará con las curvas de nivel de la cuenca en estudio.

Figura 83:

Tramo 2 efecto fetch



Elaborado por: El autor

Tabla 39:

Presas de control 2

Presa de control 2				
# de línea	Lx(m)	θ(°)	Cos(θ)	Lx* Cos(θ)
L04	91.7	40	0.766	70.24
L03	144.5	30	0.866	125.14
L02	181.1	20	0.94	170.23
L01	232.3	10	0.985	228.83
LC	302.3	0	1	302.3
L1	335.8	10	0.985	330.76
L2	135.5	20	0.94	127.37
L3	101.8	30	0.866	88.16

L4	77.3	40	0.766	59.21
		∑	8.114	1502.23

Elaborado por: El autor

$$F_e = \frac{\sum L_x cos \propto}{\sum cos \propto}$$

$$F_e = \frac{1502.23}{8.114}$$

$$F_e = 185.1\ m\ o\ \ 0.1851\ km$$

La longitud máxima es: L1=335.8 m

Para estimar el efecto de viento se consideró dos métodos.

Método de Diakon:

$$EV = 0.0186 * V^{0.71} * {F_e}^{0.24} * H^{0.54}$$

De modo que:

V: velocidad de viento (m/s)

Fe: Fetch(km)

H: Altura de espejo o are de embalse(m)

Método de Stevenson – Molitor

$$EV = 0.0323 * \sqrt{VF_e} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{F_e}$$

De modo que:

V: velocidad de viento (Km/h)

Fe: Fetch (km)

Se aplicó los parámetros hallados previamente a las ecuaciones.

Método de Diakon:

$$EV = 0.0186 * V^{0.71} * {F_e}^{0.24} * H^{0.54}$$

$$EV = 0.0186 * 3^{0.71} * 185.1^{0.24} * 7^{0.54}$$

$$EV = 0.406\ m$$

Método de Stevenson – Molitor

$$EV = 0.0323 * \sqrt{VF_e} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{F_e}$$

$$EV = 0.0323 * \sqrt{10.8 * 0.1851} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{0.1851}$$

$$EV = 0.624\ m$$

Por consiguiente, el valor de efecto de viento es

$$EV = 0.624\ m$$

Acción de oleaje

La altura de las olas se refiere al nivel sobre la superficie libre máxima que alcanzan las olas después de romper en la ladera superior durante una tormenta.

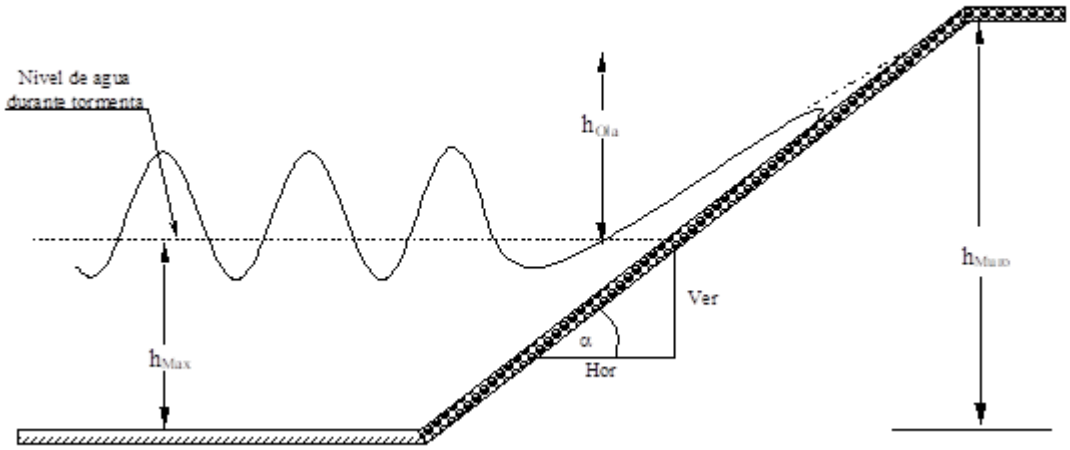
Las variables anteriores se derivaron de datos meteorológicos, pero en los casos en los que no están disponibles, como en este estudio, existen recomendaciones para determinar resultados conservadores.

Dirección del viento: Embalse La dirección del viento se puede obtener en la ubicación de una presa colocando un punto en la costa opuesta que corresponda a la sección más larga del embalse.

Búsqueda efectiva: Se traza una línea central (o línea de diseño) desde el centro de la presa hasta un punto en el terraplén opuesto que proporcione la longitud más larga del nivel freático.

Figura 84:

Acción de oleaje tramo 2



Elaborado por: El autor

Cabe señalar se consideran dos criterios para su determinación dado su característica del caso:

Altura de oleaje en estructuras de contención con superficie vertical: AO=1.3EV.

Altura de oleaje en estructuras de contención con superficie inclinado: AO=1.5EV.

Por consiguiente, la presa de control en estudio es escollera, se usará el criterio de altura de oleaje en estructuras de contención con superficie inclinado:

$$AO = 1.5EV$$

$$AO = 1.5 * 0.624$$

$$AO = 0.936\ m$$

Efecto de sismo (ES)

Las vibraciones del suelo de soporte se transmiten al fondo de la presa ya los soportes, provocando allí tensiones adicionales.

Debido a esto, el movimiento de la presa afecta el agua en el embalse y esta reacción crea fuerzas adicionales en el lado aguas arriba. Esta expresión está dada de la siguiente forma:

$$ES = \frac{V^2 * F_e}{62000 * hm}$$

$$ES = \frac{10.8^2 * 0.1851}{62000 * 8}$$

$$ES = 4.4x10^{-5}\ m\ =\ 0.000044\ m$$

Asentamiento de presa (AP)

Los asentamientos de presas de control se estiman mediante deformaciones experimentales durante la construcción y en su período de operación, según ingeniería de presas de escollera, de Manuel Espinoza, los asentamientos efectivos al término de su construcción oscilan entre 2% al 3% de la altura de estanque H, los asentamientos posteriores debido a la operacionalización de la presa dada registrada no exceden el 1% de la altura de estanque H. Por consecuente el asentamiento de pres es (AP).

$$AP = 0.01 * H$$

De modo que:

H: Es la altura de la presa.

$$AP = 0.01 * H$$

$$AP = 0.01 * 7$$

$$AP = 0.07\ m$$

Factor de confiabilidad (FC)

Es una medida grado se confiabilidad prevista de manera consensuada según las consideraciones de la literatura de presas experimentales que es el 3% de la altura de la presa H.

$$FS = 3\%H$$

$$FS = 0.03 * 7$$

$$FS = 0.21\ m$$

Por consecuente el Borde libre o de resguardo (BL) es:

$$BL = EV + AO + ES + AP + FS$$

$$BL = 0.406m + 0.936m + 0.000044m + 0.07m + 0.21m$$

$$BL = 1.62\ m$$

La altura total de presa de control (AT)es:

$$AT = H + BL$$

De modo que:

AT: Altura total de presa

H: Altura de espejo o are de embalse

BL: borde libre o resguardo

$$AT = H + BL$$

$$AT = 7 + 1.62$$

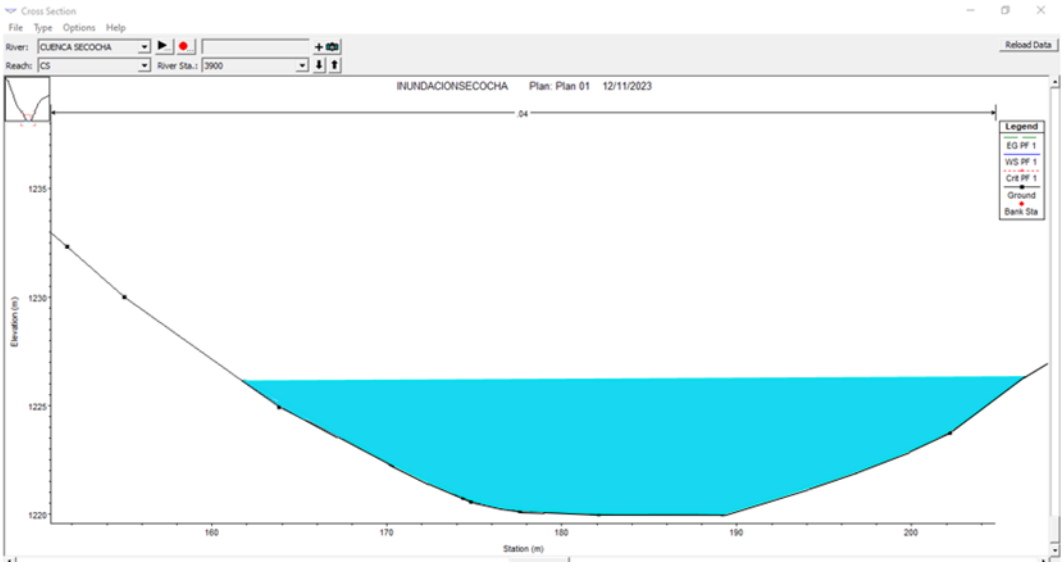
$$AT = 8.62\ m$$

4.4.3 Proceso tramo 3: Pre dimensionamiento de presa escollera

Altura de espejo o are de embalse (H): 6 m

Figura 85:

Altura de espejo o are de embalse (H)



Elaborado por: El autor

Borde libre o de resguardo (BL)

Consideración de parámetros tener en cuenta para el prediseño preparado más allá de las expectativas.

Seguridad en carreteras más anchas de lo previsto

Considerar el efecto de oleaje

Cabe señalar que:

FS: Factor de seguridad (se considera 3% de la altura de la presa)

AP: Asentamiento de presa.

ES: Efecto de sismo.

AO: Acción de oleaje.

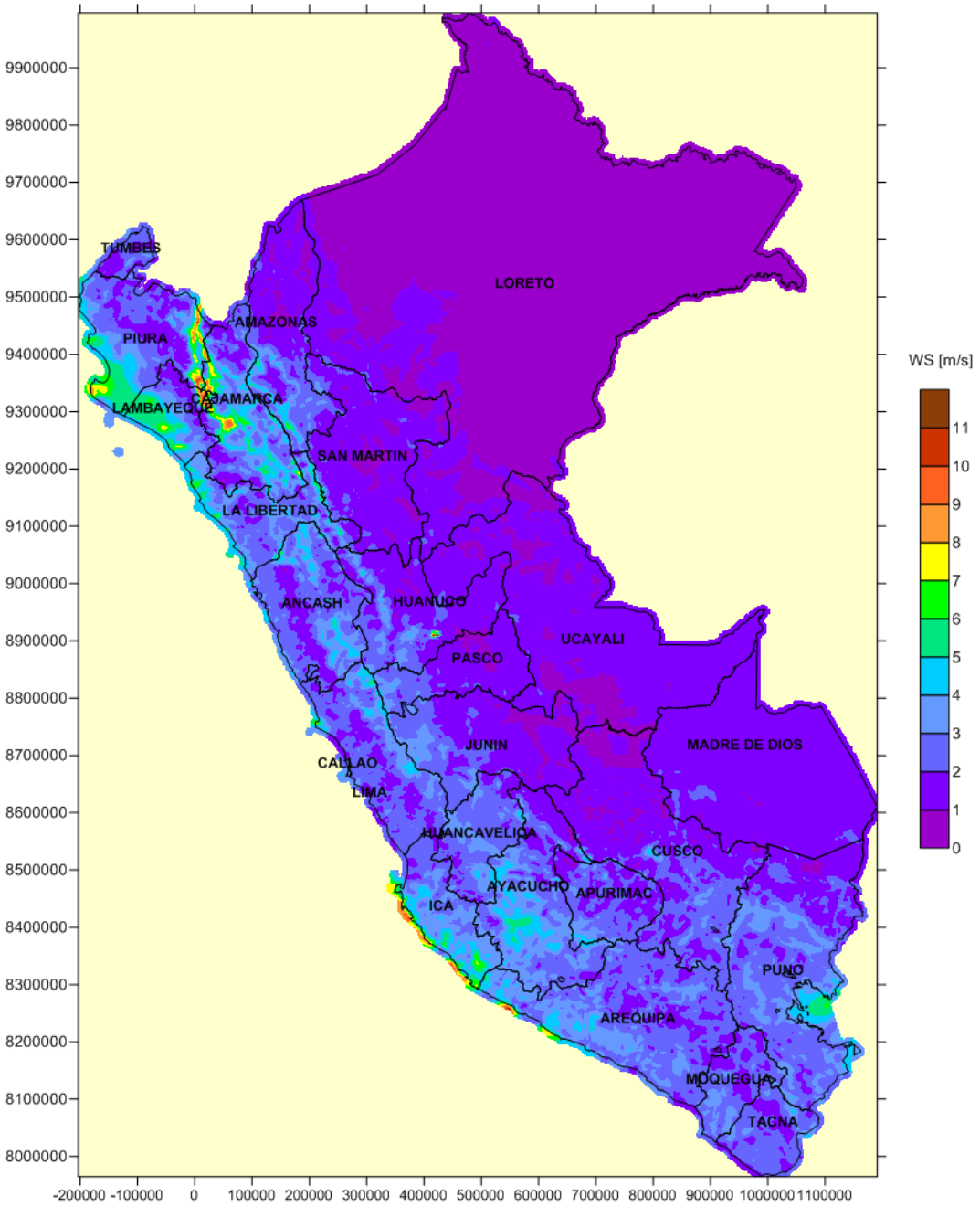
EV: Efecto del viento

$$BL = EV + AO + ES + AP + FS$$

Efecto del viento (EV)

Figura 86:

Efecto del viento presa de control 3 (EV)



Elaborado por: El autor

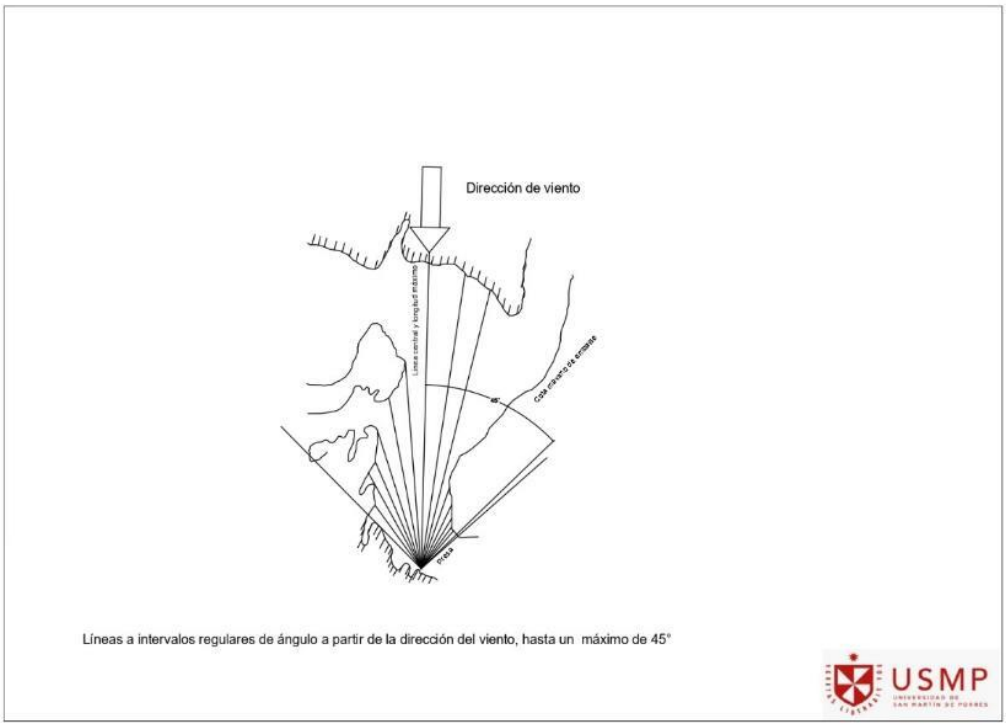
Según el último reporte anemómetro de atlas eólico del Perú 2016, esta estimación es prevista de una altura de 10m, dicha velocidad según ente es:

$$V = 3\ m/s\ = 10.8\ km/h$$

Para el cálculo de efecto del viento nos solo es necesario la velocidad del viento según la zona de intervención, sino que es necesario precisar el Fetch efectivo.

Figura 87:

Dirección de viento presa de control 3



Elaborado por: El autor

La expresión de fetch es la relación de la sumatoria del producto de longitud de radio y ángulo del radio.

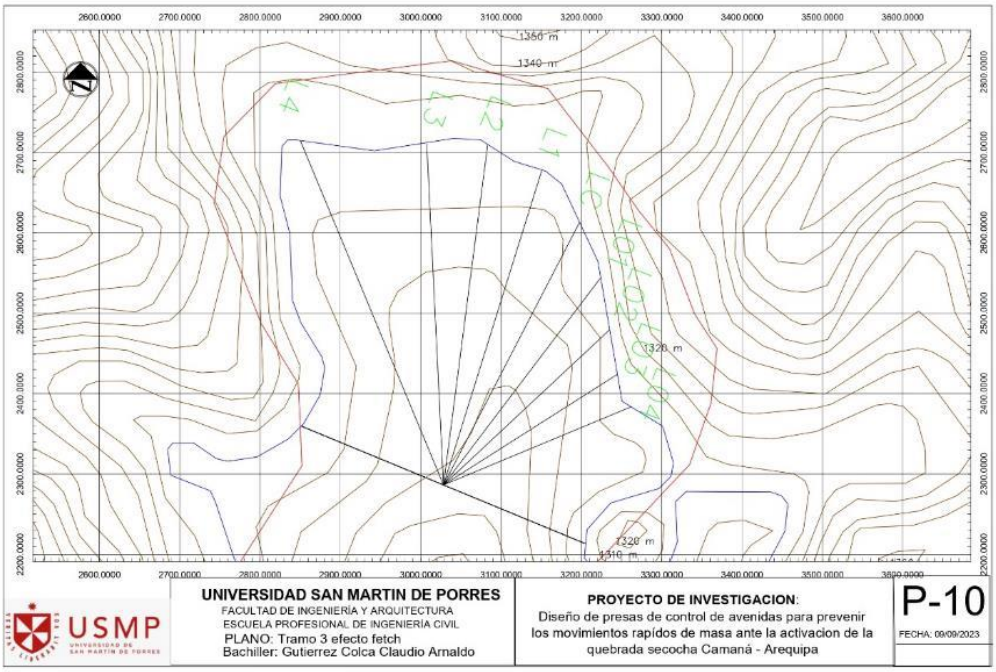
$$F_e = \frac{\sum L_x cos \propto}{\sum cos \propto}$$

Lx: se refiere a la longitud del haz medida desde la presa hasta el borde del agua, medida a intervalos regulares entre la dirección del viento y el ángulo máximo de 10°.

Se trabajará con las curvas de nivel de la cuenca en estudio.

Figura 88:

Tramo 3 efecto fetch



Elaborado por: El autor

Tabla 40:

Presas de control 3

Presa de control 3				
# de línea	Lx(m)	θ (°)	Cos(θ)	Lx* Cos(θ)
L04	463.9	40	0.766	355.35
L03	447.7	30	0.866	387.71
L02	444.4	20	0.94	417.74
L01	410.5	10	0.985	4043.43
LC	384.1	0	1	384.10
L1	342.5	10	0.985	337.36
L2	304.4	20	0.94	286.14

L3	283.5	30	0.866	245.51
L4	252.8	40	0.766	193.64
		∑	8.114	6650.971

Elaborado por: El autor

$$F_e = \frac{\sum L_x cos \propto}{\sum cos \propto}$$

$$F_e = \frac{6650.971}{8.114}$$

$$F_e = 819.7\ m\ o\ \ 0.8197\ km$$

La longitud máxima es: L1=463.9

Para estimar el efecto de viento se consideró dos métodos.

Método de Diakon:

$$EV = 0.0186 * V^{0.71} * {F_e}^{0.24} * H^{0.54}$$

De modo que:

V: velocidad de viento (m/s)

Fe: Fetch(km)

H: Altura de espejo o are de embalse(m)

Método de Stevenson – Molitor

$$EV = 0.0323 * \sqrt{VF_e} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{F_e}$$

De modo que:

V: velocidad de viento (Km/h)

Fe: Fetch (km)

Se aplicó los parámetros hallados previamente a las ecuaciones.

Método de Diakon:

$$EV = 0.0186 * V^{0.71} * {F_e}^{0.24} * H^{0.54}$$

$$EV = 0.0186 * 3^{0.71} * 819.7^{0.24} * 6^{0.54}$$

$$EV = 0.534\ m$$

Método de Stevenson – Molitor

$$EV = 0.0323 * \sqrt{VF_e} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{F_e}$$

$$EV = 0.0323 * \sqrt{10.8 * 0.8197} + 0.76 - 0.276 * \sqrt[4]{0.8197}$$

$$EV = 0.497\ m$$

Por consiguiente, el valor de efecto de viento es

$$EV = 0.534\ m$$

Acción de oleaje

La altura de las olas se refiere al nivel sobre la superficie libre máxima que alcanzan las olas después de romper en la ladera superior durante una tormenta.

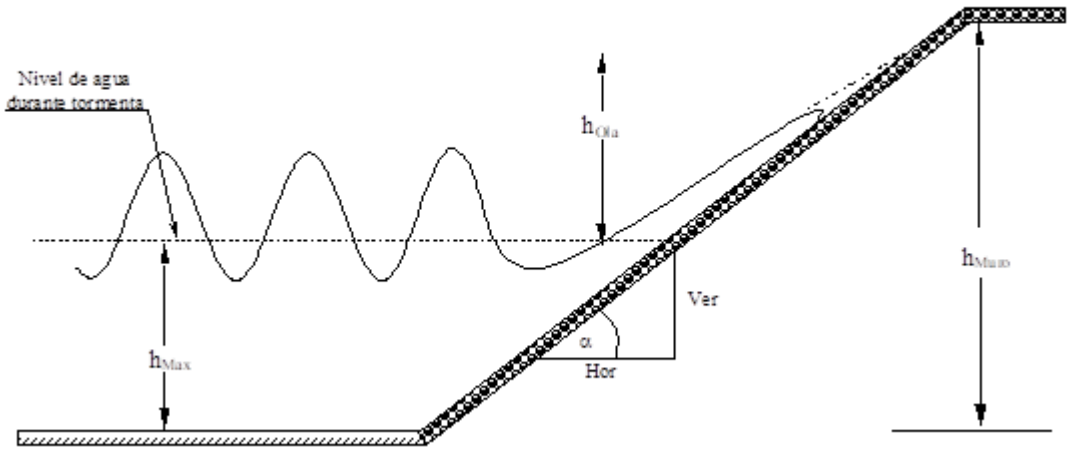
Las variables anteriores se derivaron de datos meteorológicos, pero en los casos en los que no están disponibles, como en este estudio, existen recomendaciones para determinar resultados conservadores.

Dirección del viento: Embalse la dirección del viento se puede obtener en la ubicación de una presa colocando un punto en la costa opuesta que corresponda a la sección más larga del embalse.

Búsqueda efectiva: Se traza una línea central (o línea de diseño) desde el centro de la presa hasta un punto en el terraplén opuesto que proporcione la longitud más larga del nivel freático.

Figura 89:

Acción de oleaje tramo 3



Elaborado por: El autor

Cabe señalar se consideran dos criterios para su determinación dado su característica del caso:

Altura de oleaje en estructuras de contención con superficie vertical: AO=1.3EV

Altura de oleaje en estructuras de contención con superficie inclinado: AO=1.5EV

Por consiguiente, la presa de control en estudio es escollera, se usará el criterio de altura de oleaje en estructuras de contención con superficie inclinado:

$$AO = 1.5EV$$

$$AO = 1.5 * 0.534$$

$$AO = 0.80\ m$$

Efecto de sismo (ES)

Las vibraciones del suelo de soporte se transmiten al fondo de la presa ya los soportes, provocando allí tensiones adicionales, debido a esto, el movimiento de la presa afecta el agua en el embalse y esta reacción crea fuerzas adicionales en el lado aguas arriba.

Esta expresión está dada de la siguiente forma:

$$ES = \frac{V^2 * F_e}{62000 * hm}$$

$$ES = \frac{10.8^2 * .8197}{62000 * 7}$$

$$ES = 2.2x10^{-4}\ m\ =\ 0.00022\ m$$

Asentamiento de presa (AP)

Los asentamientos de presas de control se estiman mediante deformaciones experimentales durante la construcción y en su período de operación, según ingeniería de presas de escollera, de Manuel Espinoza, los asentamientos efectivos al término de su construcción oscilan entre 2% al 3% de la altura de estanque H, los asentamientos posteriores debido a la operacionalización de la presa dada registrada no exceden el 1% de la altura de estanque H

Por consecuente el asentamiento de pres es (AP).

$$AP = 0.01 * H$$

De modo que:

H: es la altura de la presa.

$$AP = 0.01 * H$$

$$AP = 0.01 * 6$$

$$AP = 0.06\, m$$

Factor de confiabilidad (FC)

Es una medida grado se confiabilidad prevista de manera consensuada según las consideraciones de la literatura de presas experimentales que es el 3% de la altura de la presa H.

$$\mathrm{FS} = 3\%\mathrm{H}$$

$$\mathrm{FS} = 0.03 * 6$$

$$\mathrm{FS} = 0{,}18\ \mathrm{m}$$

Por consecuente el Borde libre o de resguardo (BL) es:

$$\mathrm{BL} = \mathrm{EV} + \mathrm{AO} + \mathrm{ES} + \mathrm{AP} + \mathrm{FS}$$

$$\mathrm{BL} = 0.534\mathrm{m} + 0.80\mathrm{m} + 0.000022\mathrm{m} + 0.06\mathrm{m} + 0.18\mathrm{m}$$

$$\mathrm{BL} = 1.57\ \mathrm{m}$$

La altura total de presa de control (AT)es:

$$\mathrm{AT} = \mathrm{H} + \mathrm{BL}$$

De modo que:

AT: Altura total de presa

H: Altura de espejo o are de embalse

BL: borde libre o resguardo

$$\mathrm{AT} = \mathrm{H} + \mathrm{BL}$$

$$\mathrm{AT} = 6 + 1.57$$

$$\mathrm{AT} = 7.57\ \mathrm{m}\ = 7.6\ \mathrm{m}$$

Resultado

Tabla 41:

Talud de presas de escollera

Talud de presas de escollera		
	Talud (H: V)	
Alturas (m)	Aguas arriba	Aguas abajo
5	2; 1	1.5; 1
5 a 10	2.5; 1	2; 1
12 a 15	2.75; 1	2.5; 1
20 a 30	3; 1	2.5; 1

Elaborado por: El autor

Según DG 2018

La trocha afirmada es una vía transitable que no llega a las características geométrico de una vía. La carretera suele transportar menos de 200 vehículos por día a través de IMDA. su camino El ancho deberá ser de al menos 4,00 m; debido que la presa de retención está considerada como vía de circulación de dos carriles por consiguiente el ancho de corona es de 6m.

Ancho de base de núcleo de concreto ciclópeo

Según criterio para proyectos de presas y sus obras ajenas presas de materiales sueltos se considera que la base del núcleo de presa escollera está relacionada en función de la 1/3 de la altura de la presa

$$\frac{1}{3} < \frac{B}{H}$$

$$B = \frac{H}{3}$$

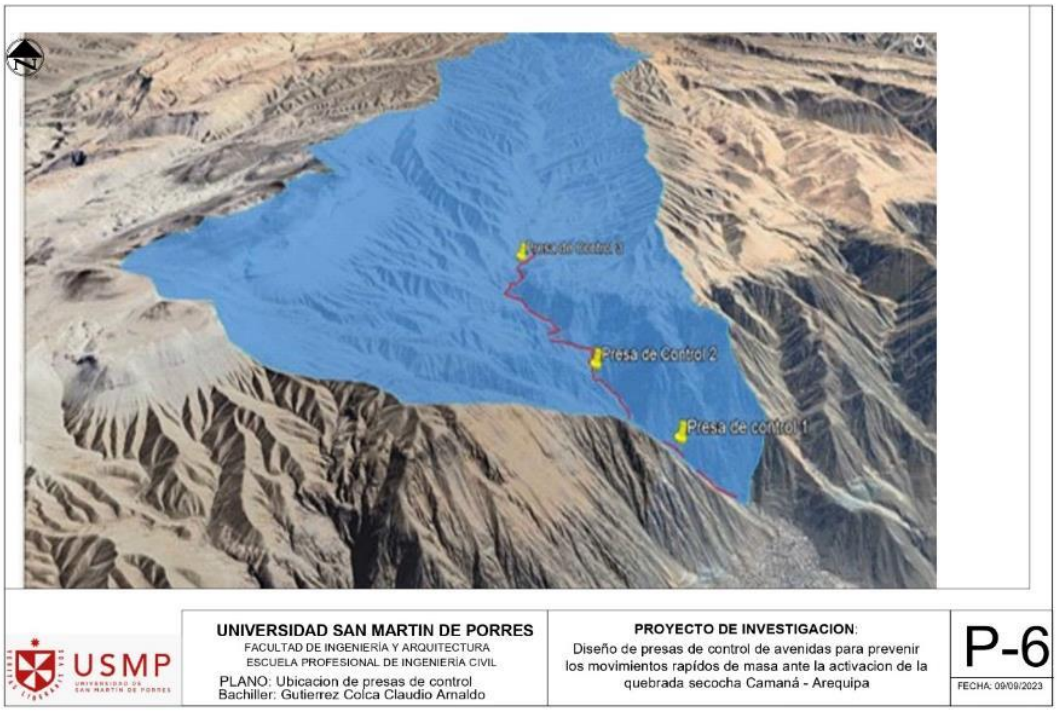
$$B = \frac{10}{3}$$

$$B = 3.33$$

Tramo 1, 2 y 3

Figura 90:

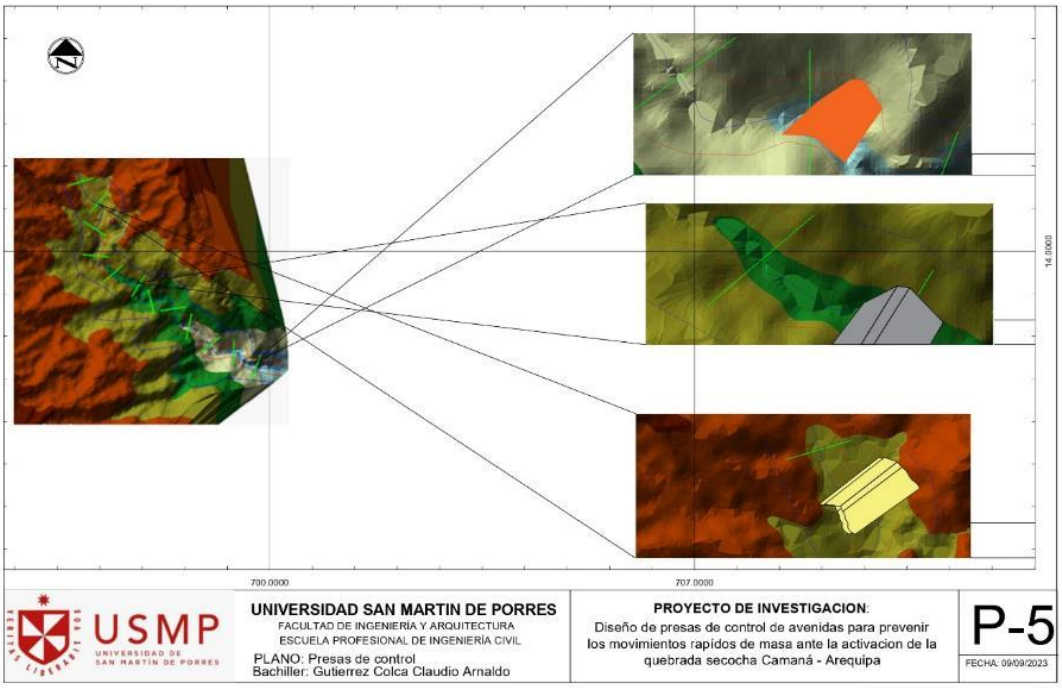
Ubicación de las 3 presas de control



Elaborado por: El autor

Figura 91:

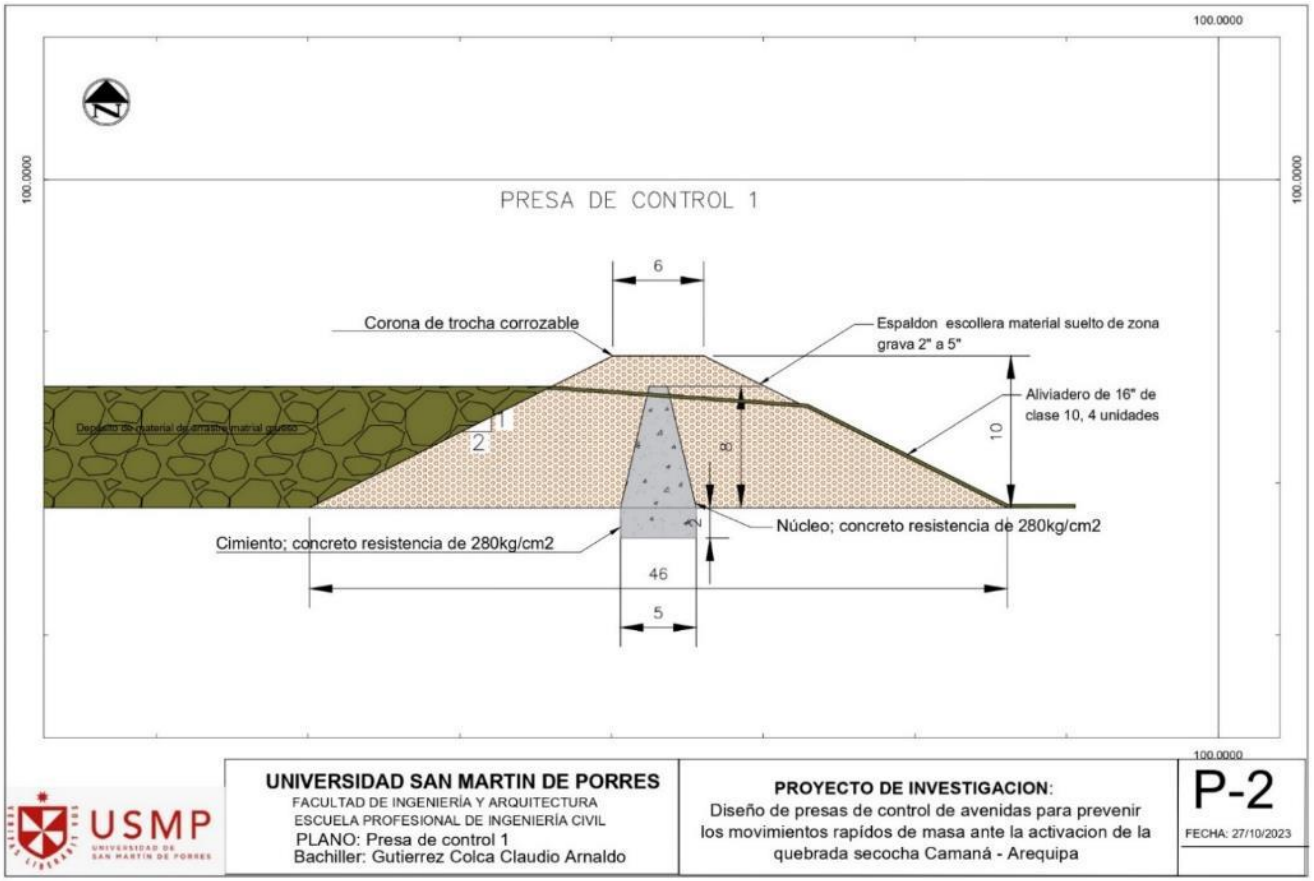
Presas de control



Elaborado por: El autor

Figura 92:

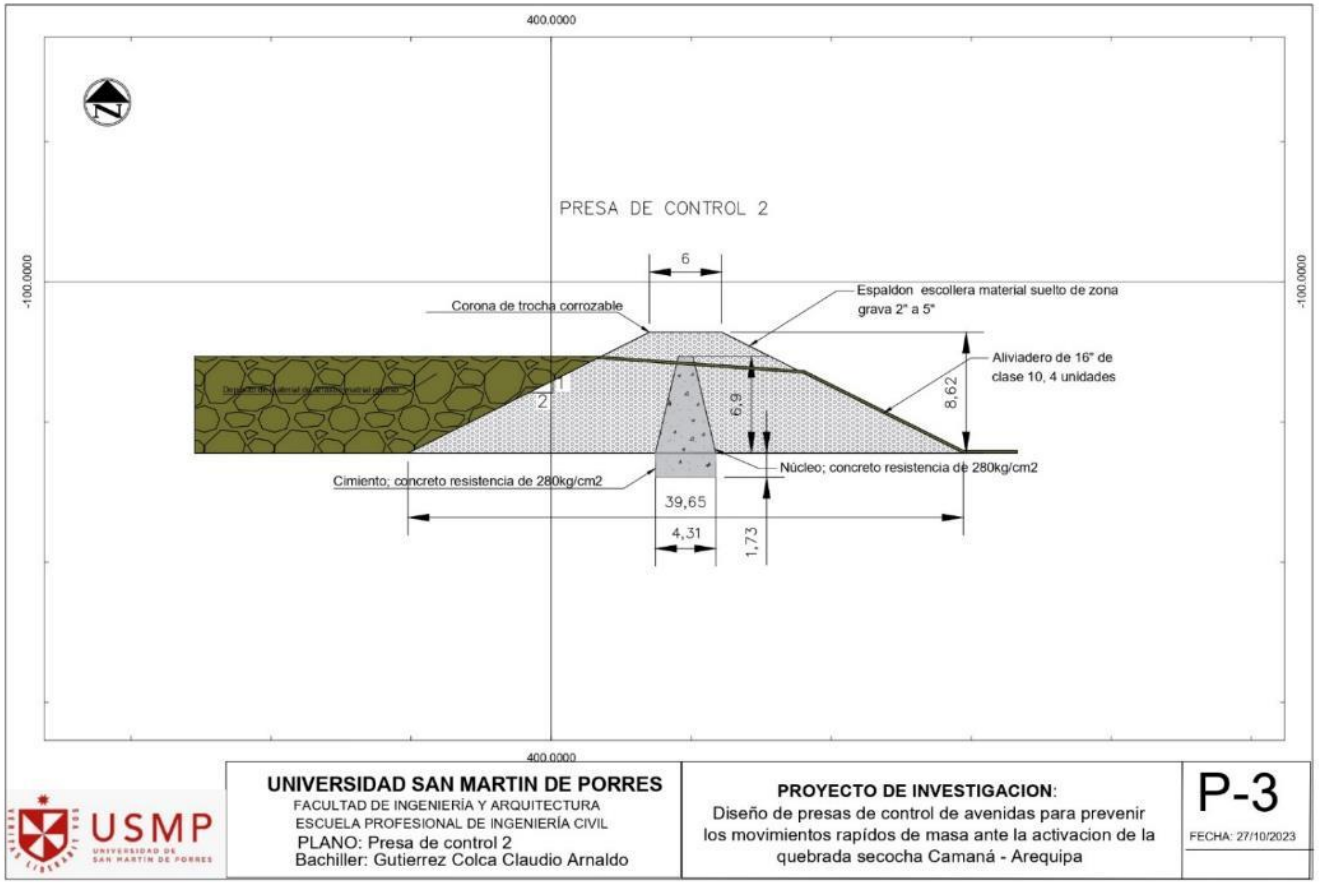
Presa de control 1



Elaborado por: El autor

Figura 93:

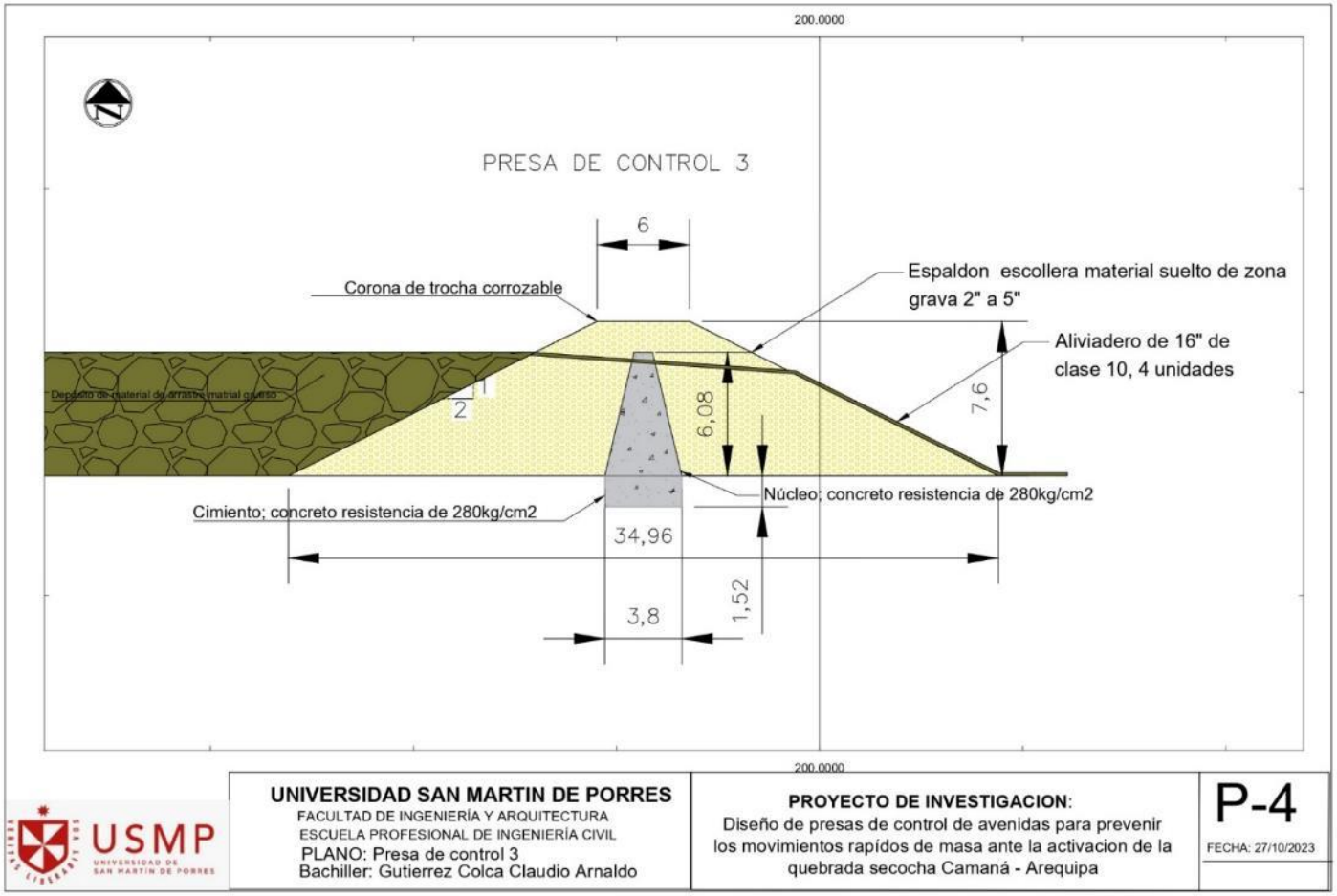
Presa de control 2



Elaborado por: El autor

Figura 94:

Presa de control 3

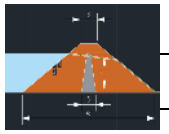


Elaborado por: El autor

4.4.4 Resultados

Tabla 42:

Presa de control escollera de material suelto

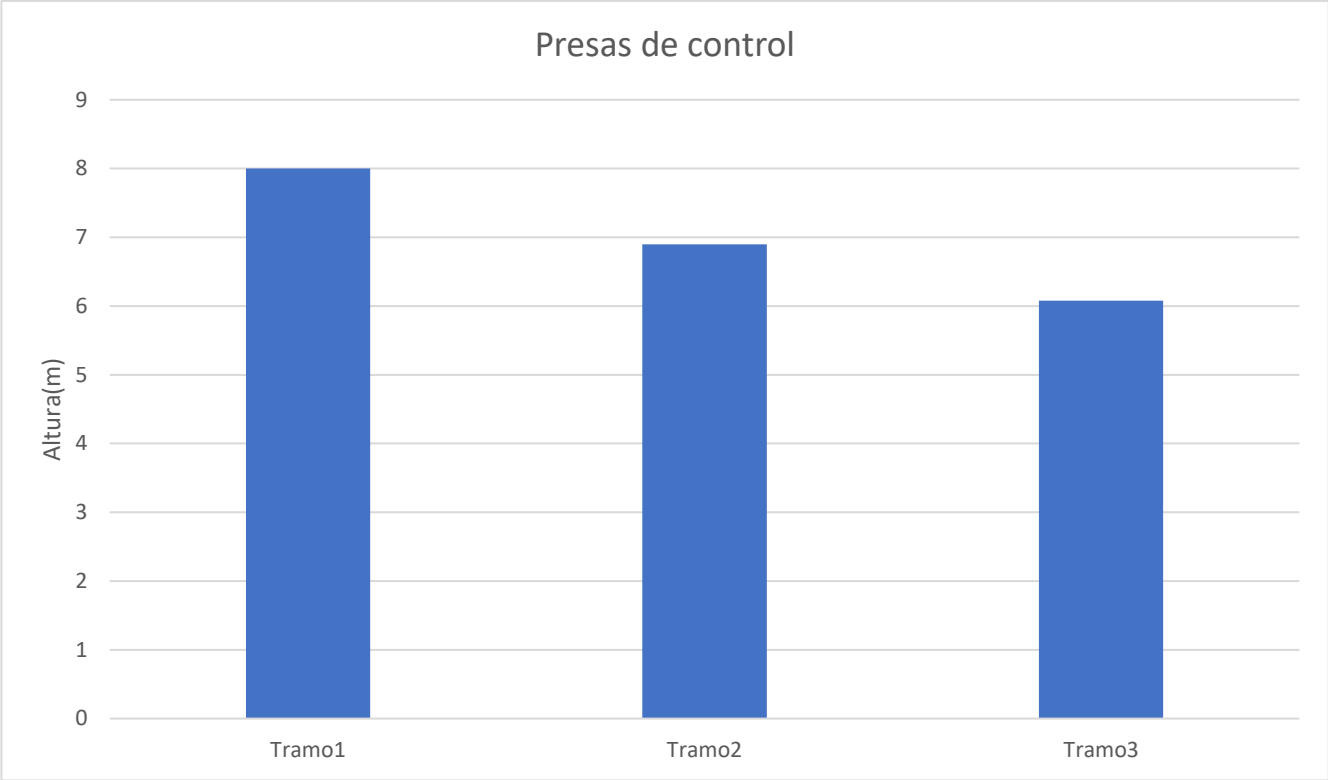


	Presa de control de escollera de material suelto										
	Talud						Núcleo				
Tramos	Corona(m)	Altura efectiva(m)	Ancho de base(m)	Relación de talud (H; V)	Material de Espaldón	Diámetro de aliviadero (")	Altura(m)	Altura de Cimiento (m)	Base (m)	tipo	Resistencia (Kg/cm2)
Tramo1	6	10	46	2; 1	Grava2" a 4"	16"	8	2	5	Concreto	280
Tramo2	6	8.62	39.65	2; 1	Grava2" a 4"	16"	6.9	1.73	4.31	Concreto	280
Tramo3	6	7.6	34.96	2; 1	Grava2" a 4"	16"	6.08	1.52	3.8	Concreto	280

Elaborado por: El autor

Figura 95:

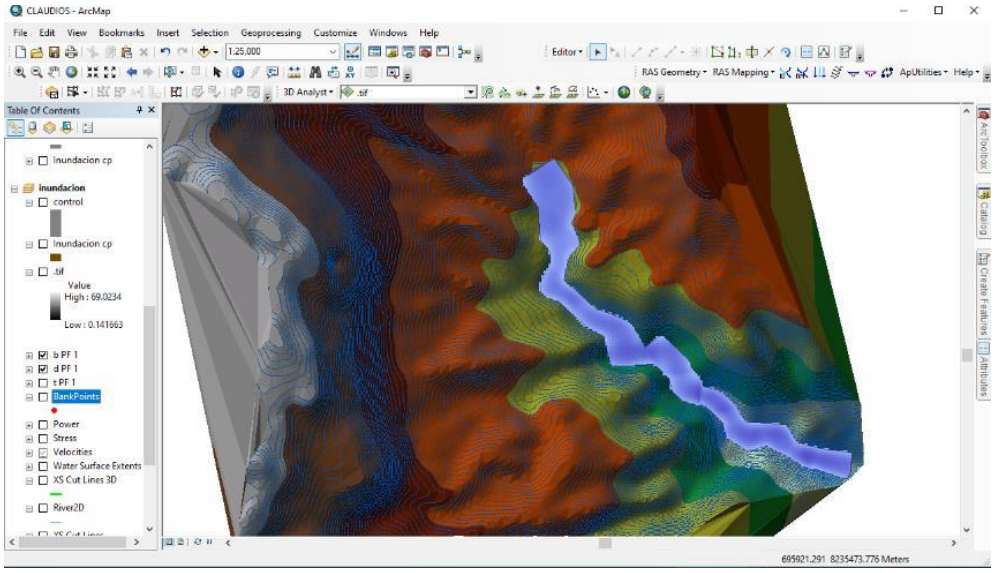
Presas de control



Elaborado por: El autor

Modelado sin proyecto

Figura 96: *Modelamiento sin proyecto*

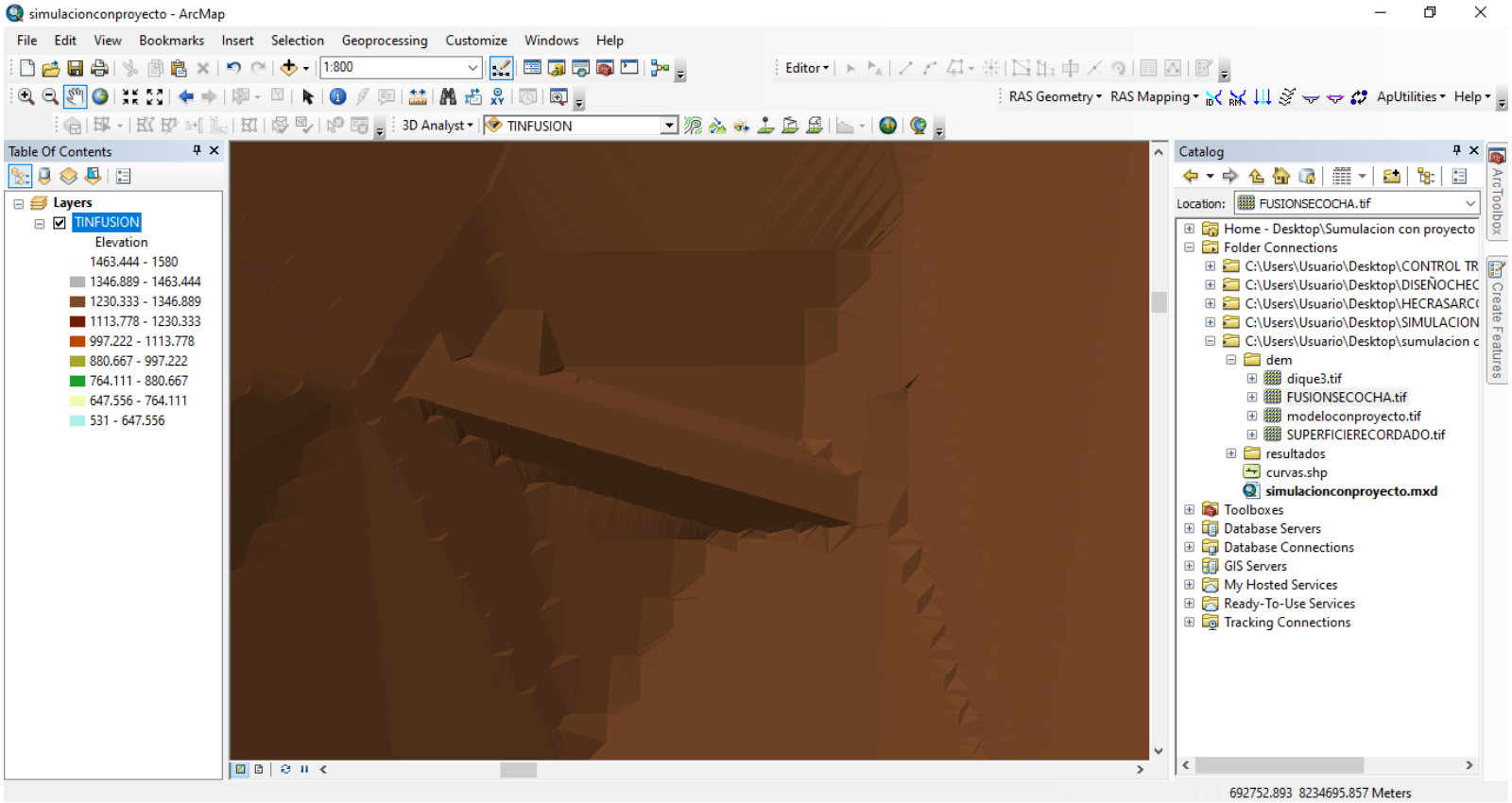


Elaborado por: El autor

El modelado sin proyecto nuestra los mapas de susceptibilidad, la cual nos permite realizar el diagnóstico de inundación y de manera proponer una medida de prevención que pueda mitigar daños ocasionados por movimiento de masas rápidas de flujo de escombros.

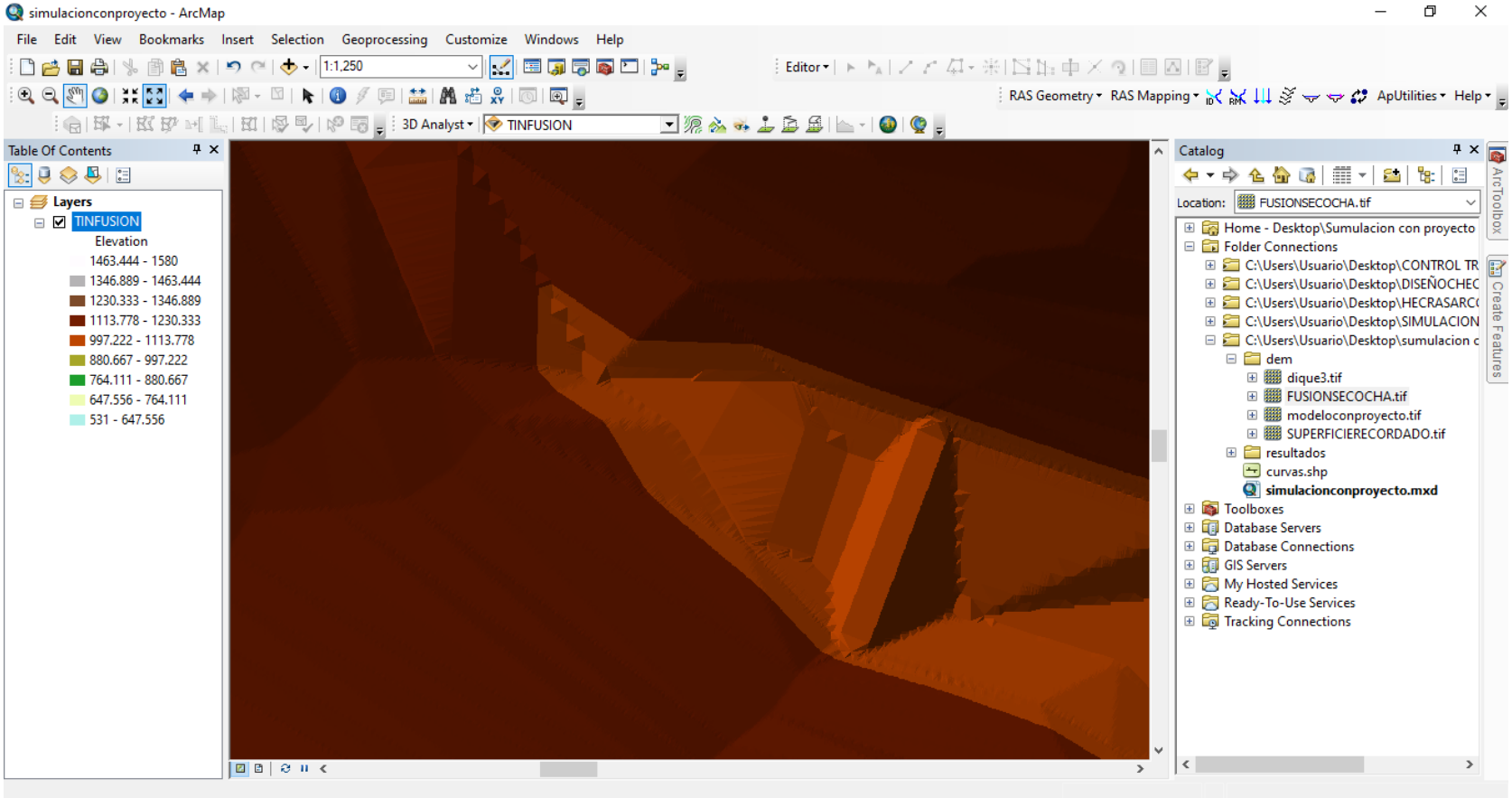
Modelado con proyecto

Figura 97: *Modelado con proyecto presa de control 3*



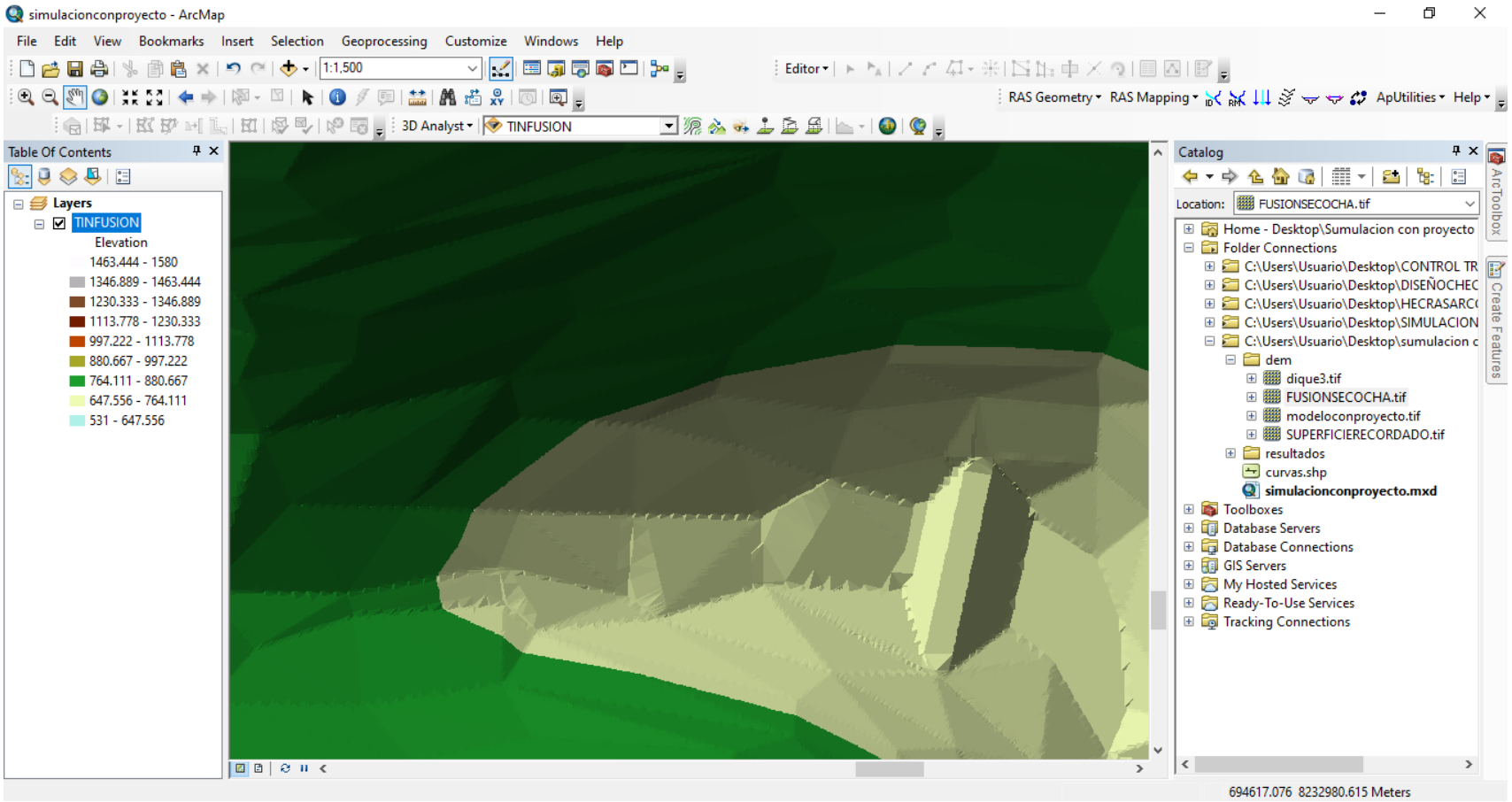
Elaborado por: El autor

Figura 98: *Modelado con proyecto presa de control 2*



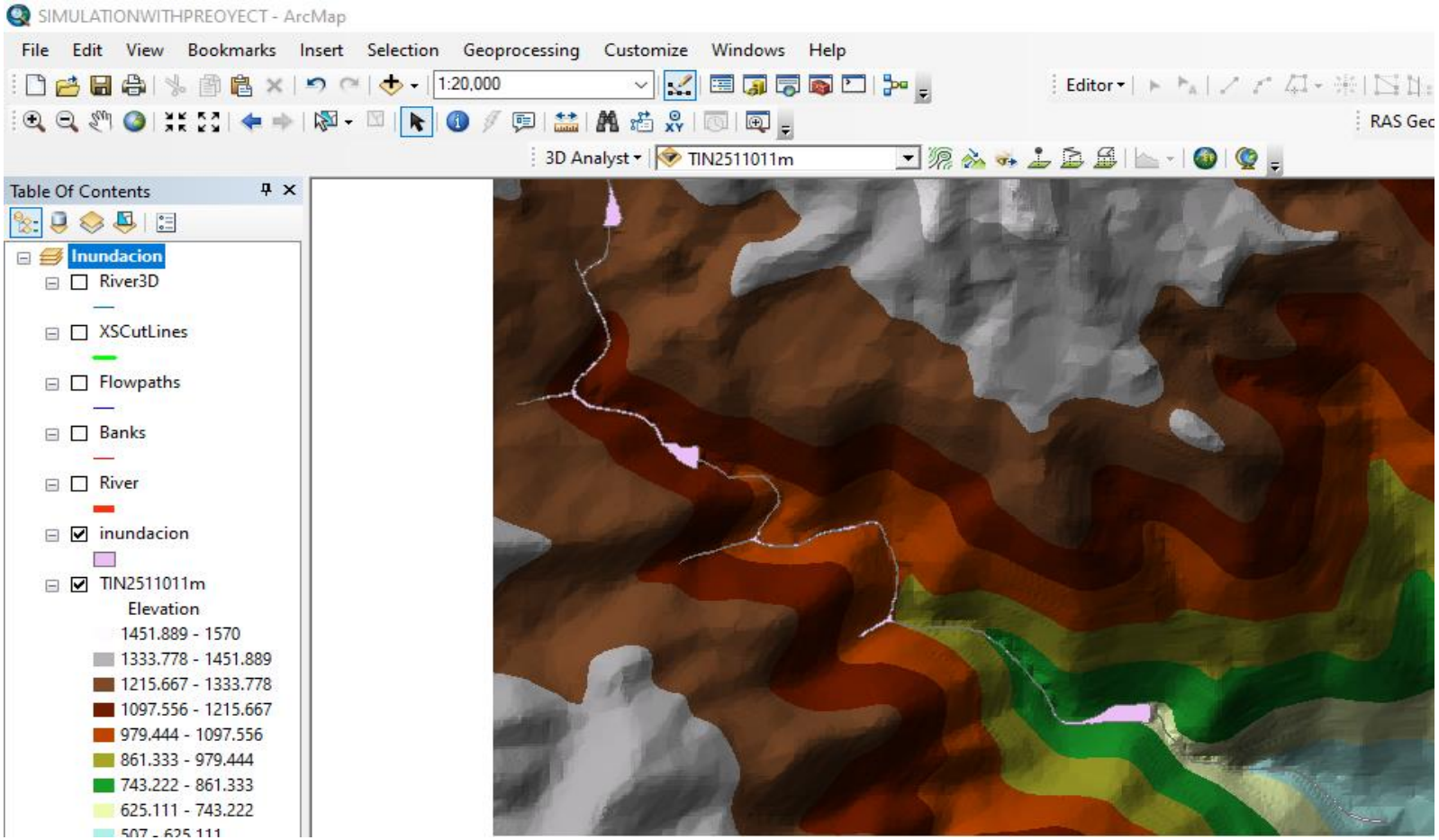
Elaborado por: El autor

Figura 99: *Modelado con proyecto presa de control 1*



Elaborado por: El autor

Figura 100: *Modelado con proyecto con 3 presas de control*



Elaborado por: El autor

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Contrastación de hipótesis

Este capítulo confirma las diversas hipótesis presentadas en esta investigación, los resultados de este trabajo de investigación en realidad muestran la validez de esta investigación, se detallan a continuación las hipótesis propuestas.

5.1.1 Hipótesis general HG: Diseño de presas de control

El diseño de presas de control **reduce el peligro de flujo de detritos en más del 85% ante** la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

La hipótesis es verdadera; como muestra los resultados que efectivamente el diseño de presa de control reduce el peligro de flujo de detritos en más del 85% porque la estructura represa los materiales de arrastre dado que su funcionalidad de la presa es la retención del material grueso para prevenir los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa, las características geométricas de presa de escollera son para el: Tramo 1; la corana de 6 m, la altura efectiva de 10 m, ancho de la base 46 m, relación de talud(h, v) 2;1, material del espaldón grava de 2” a 5”. Núcleo, altura de núcleo 8 m, base 5 m, altura de cimiento 2 m, tipo concreto, resistencia de 280Kg/cm2, aliviadero alta densidad 16” 4 unidades.

Tramo 2; la corana de 6 m, la altura efectiva de 8,62 m, ancho de la base 39.65 m, relación de talud (h; v) 2;1, material del espaldón grava de 2” a 5”. Núcleo, altura de núcleo 6.9 m, base 4.31 m, altura de cimiento 1.73 m, tipo concreto, resistencia de 280 Kg/cm2, aliviadero alta densidad 16” 4 unidades.

Tramo 3; la corana de 6 m, la altura efectiva de 7.6 m, ancho de la base 34.96 m, relación de talud (h; v) 2;1, material del espaldón grava de 2” a 5”. Núcleo, altura de núcleo 6.08 m, base 3.8 m, altura de cimiento 1.52 m, tipo concreto, resistencia de 280 Kg/cm2, aliviadero alta densidad 16” 4 unidades.

Tabla 43:

Contrastación de hipótesis general

Hipótesis propuestas	Resultados	Observaciones
El diseño de presas de control reduce el peligro de flujo de detritos en más del 85% ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.	Tramo 1; la corana de 6 m, la altura efectiva de 10 m, ancho de la base 46. Tramo 2; la corana de 6 m, la altura efectiva de 8,62 m, ancho de la base 39.65 m. Tramo 3; la corana de 6 m, la altura efectiva de 7.6 m, ancho de la base 34.96 m.	La hipótesis general es verdadera, debido al reducción del peligro de flujo de detritos, de manera que las presas de control retienen el flujo de detritos en más de 85 % como producto de la sedimentación del material grueso.

Elaborado por: El autor

5.1.2 Hipótesis específica H1: Parámetros hidrológicos

H1: El tiempo de contracción será más de 2 horas en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

La hipótesis especifica(H1) es verdadera, dado que el tiempo de concentración es 2.5 horas, la cual valida la hipótesis planteada, de modo que se determinó el tiempo de concentración para estimar el caudal.

Tabla 44:

Contrastación de hipótesis especifico 1

Hipótesis propuestas	Resultados	Observaciones
H1: El tiempo de contracción será más de 2 horas en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.	El tiempo de concentración es 2.5 horas, la cual valida la hipótesis planteada, de modo que se determinó el tiempo de concentración para estimar el caudal.	La hipótesis H1 es verdadera, el tiempo de concentración hallada está dentro del límite de la hipótesis propuesta.

Elaborado por: El autor

5.1.3 Hipótesis específica H2: Parámetros hidráulicos

H2: Los caudales máximos obtenidos serán mayores a 25 m3/s en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

La hipótesis H2 es verdadera, dado que los caudales que se determinaron están por encima de la hipótesis planteada, de modo que los caudales determinados para los diferentes períodos de retorno de 25, 50, 100, 500, 1000 años, las caudades correspondientes son 32, 31.2, 40.1, 64.9, 79.2 m3/s. los cuales estos caudales están dentro del límite estimado.

Tabla 45:

Contrastación de hipótesis especifico 2

Hipótesis propuestas	Resultados	Observaciones

H2: Los caudales máximos obtenidos serán mayores a 25 m3/s en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.	Los caudales determinados para los diferentes períodos de retorno de 25, 50, 100, 500, 1000 años, las caudades correspondientes son 32, 31.2, 40.1, 64.9, 79.2 m3/s.	La hipótesis H2 es verdadera, debido a que los caudales estimados están dentro del límite de la hipótesis H2.

Elaborado por: El autor

5.1.4 Hipótesis específica H3: Parámetros geotécnicos

H3; La capacidad portante es menor a 2.3 kg/cm2 en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.

La hipótesis H3 es verdadera, dado para su estimación se realizó calicata y los ensayos correspondientes, de modo que se obtuvo una capacidad portante de 1.99 kg/cm, por consiguiente, la premisa planteada está dentro del rango previsto.

Tabla 46:

Contrastación de hipótesis especifico 3

Hipótesis propuestas	Resultados	Observaciones
H3; La capacidad portante es menor a 2.3 kg/cm2 en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación	Mediante el estudio de suelos se obtuvo una capacidad portante de 1.99 kg/cm.	La hipótesis H3 es verdadera, debido que la capacidad portante determinada está en el rango de la hipótesis propuesta.

de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.		

Elaborado por: El autor

5.1.5 Hipótesis específica H4: Pre dimensionamiento de presa

H4; La altura de borde libre o de resguardo será mayor a 1 m en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa

La hipótesis H4 es verdadera, dado que el borde libre o de resguardo son presa control 1 es 2.01 m, presa de control 2 es 1.62 m y presa de control 3 es 1.57 m de modo que, esta premisa plantada porque está dentro del rango estimado.

Tabla 47:

Contrastación de hipótesis especifico 4

Hipótesis propuestas	Resultados	Observaciones
H4; La altura de borde libre o de resguardo será mayor a 1 m en la prevención los movimientos rápidos de masa ante la activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa.	El pre dimensionamiento de la característica del borde libre o de resguardo de las presas de control son presa control 1 es 2.01 m, presa de control 2 es 1.62 m y presa de control 3 es 1.57 m.	La hipótesis H4 es verdadera, debido a que el pre dimensionamiento de la característica del borde libre o de resguardo está dentro del rango de la hipótesis propuesto.

Elaborado por: El autor.

5.2 Contrastación de antecedentes

5.2.1 Contrastación de antecedentes internacionales

Según la indagación de **Cardozo (2019)**, “Inundaciones urbanas propuesta para una gestión de riesgos con enfoques en la previncíon de

daños”, la indagación tiene como objeto de estudio es reducir los efectos perjudiciales de las inundaciones sobre la salud de las personas. El patrimonio cultural y el medio ambiente, mediante la creación de un marco legal para la evaluación y gestión de inundaciones. Se concluye que, en el caso de las inundaciones, aunque la temporada de lluvias suele ser el factor meteorológico e hidrológico, el impacto humano debe considerarse como el factor decisivo.

Observación: Las inundaciones nos permite dar un diagnóstico de probabilidad de excedencia, para proponer una medida de prevención de presa.

5.2.2 Contrastación de antecedentes nacionales

Según la indagación de **Flores (2023),** “Modelamiento hidráulico para estimar el dimensionamiento de presa de retención en la quebrada el diablo”, la investigación tiene como objeto de estudio determinar el modelado hidráulico para la estimación de dimensionamiento de presa, Su metodología es aplicada de enfoque cualitativo y deseño no experimental, el estudio concluye que el diseño de dique de retención de 24 m de altura mitiga los daños ocasionados por arreste de material grueso.

Observación: El modelamiento hidráulico nos permite precisar los parámetros hidráulicos, para proponer una simulación de inundación, para diagnosticar los indicadores previsto.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados de la investigación, se puede afirmar que el diseño de presa de control reduce el peligro de flujo de detritos en más del 85 %, que permite prevenir los movimientos rápidos de masa, el material de arrastre es sedimentado por la acción de la densidad y es retenida por la

presa, ante un evento de activación de la quebrada Secocha Camaná – Arequipa, por las siguientes características geométricas de presa de escollera de material suelto son para el:

Tramo 1; la corona de 6 m, la altura efectiva de 10 m, ancho de la base 46 m, relación de talud (h; v) 2;1, material del espaldón grava de 2” a 5”. Núcleo, altura de núcleo 8 m, base 5 m, altura de cimiento 2 m, tipo concreto, resistencia de 280 Kg/cm2, aliviadero alta densidad 16” 4 unidades.

Tramo 2; la corona de 6 m, la altura efectiva de 8,62 m, ancho de la base 39.65 m, relación de talud (h; v) 2;1, material del espaldón grava de 2” a 5”. Núcleo, altura de núcleo 6.9 m, base 4.31 m, altura de cimiento 1.73 m, tipo concreto, resistencia de 280 Kg/cm2, aliviadero alta densidad 16” 4 unidades.

Tramo 3; la corona de 6 m, la altura efectiva de 7.6 m, ancho de la base 34.96 m, relación de talud (h; v) 2;1, material del espaldón grava de 2” a 5”. Núcleo, altura de núcleo 6.08 m, base 3.8 m, altura de cimiento 1.52 m, tipo concreto, resistencia de 280 Kg/cm2, aliviadero alta densidad 16” 4 unidades. El diseño de presas de control previene el movimiento rápido de masa.

2. El parámetro hidrológico del cauce para la caracterización de presa de control, permitió estimar el tiempo de concentración de precipitación en 2.5 horas, esta data de manera que permite la caracterización del hietograma, esta data permitió el cálculo de los caudales para los diferentes períodos de retorno.

3. El parámetro hidráulico es fundamental en la caracterización de la presa de control, permitió estimar los caudales determinados para los diferentes períodos de retorno de 25, 50, 100, 500, 1000 años, las caudades correspondientes son 32, 31.2, 40.1, 64.9, 79.2 m3/s. esta data permite la caracterización de presa de control y el diagnóstico de mapas de susceptibilidad de probabilidad de excedencia, que permite evaluar las inundables y zonas de acopio de material.

4. El parámetro geotécnico del cauce para el diseño de presa de control de escollera, fue importante para estimar la capacidad portante es 1.99 Kg/cm2,

que permitió la caracterización del suelo y como también la caracterización de presa de control.

5. El pre dimensionamiento de presa es importante en el diseño de la presa, permitió la estimación del borde libre o de resguardo son presa control 1 es 2.01 m, presa de control 2 es 1.62 m y presa de control 3 es 1.57 m, de modo que asegura el funcionamiento óptimo de operación de la presa de control, de manera que permite estimar la altura efectiva de la presa.

RECOMENDACIONES

1. Realizar actualizaciones periódicas de datos de la estación de mediciones meteorológicas de organismos responsables como SENAMHI; Para ser más

específicos sobre este tipo de investigación data de los últimos años, es necesario su cumplimiento.

2. Ejecutar levantamiento topográfico e inspección visual del área de intervención con drones, de manera que permite la caracterización de los modelos de elevación digital, puesto que los drones hasta el momento son recomendados en zonas ausencia de vegetación.

3.Seguir el lineamiento del Manual de Hidrología e Hidráulica de manera que cumpla las recomendaciones y los parámetros a considerar.

4. Realizar cursos intensivos de las herramientas empleadas para la modelación hidrológica e hidráulica, previo a la realización de la modelación.

5. Implementar plan de prevención de desastres en la quebrada Secocha, considera laborar con los entes evaluadores locales regionales de manera que anticipen un evento futuro.

6. Mantenimiento y acarreo de dicho material sedimentado de manera que en un evento futuro pueda operar de manera óptima.

REFERENCIAS

Armesto Duarte, D., & Pinto de Luquez, Y. (2018). *Determinación del ángulo de fricción suelo – Muro para el dimensionamiento de Muro de contención sobre suelo arenosos dela Quebrada Palmichal*. [Tesis de Grado, Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga]. repositorio

académico de UPBB. https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5623?locale-attribute=en.

Armijos Burneo, M., Aguilar Contreras, R., Rivera Porras, M., & Charles Phillips, J. (2018). *Taller Internacional Fortalecimiento de capacidades para mitigar los impactos de huaicos en Perú*, repositorio INGEMMET https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1937.

Borges, A. D. (2018). *Topografía: Vol. 3a edicion.* Blucher.

Camacho Vargas, B. A., & De La Cruz Mesías, J. (2023). *Propuesta de Diseño de un muro de defensa Ribereña con sistema de drenaje LGD en el Río Rímac desde el puente colgante al puente estela montti, Chosica*. [Tesis de Grado,Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. repositorio académico de UPCA. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658731?show=full.

Cardozo Ferreira, X. (2019). *Inundaciones urbanas propuesta para una gestión de riesgos con enfoques en la previncíon de daños*. [Tesis toctoral, Universidad de Alicante] repositorio académico de UA. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/93171/1/tesis_ximena_cardozo_ferreira.pdf.

Flores Cusi, D. E. (2023). *Modelamiento hidráulico para determinar el predimensionamiento de diques de encauzamiento en la quebrada del diablo, región Tacna*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. repositorio académico de UNJBG. http://redi.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/820.

Guerra Tarralbo, J. (2018). *Mecánica de suelos: conceptos básicos y aplicaciones.* Dextra. https://elibro.net/es/lc/bibliotecafmh/titulos/131540.

Hernández Sampieri, R., Fernándes Collado, C., & Batista Lucio, m. (2018). *Metodología de la Investigacíon.* Mc Graw Hill.

Higuera Alfonso, P. A. (2022). *Diseño de una Barrera de protección contra Inundaciones, ubicada en el Municipio de Quibdó – Chocó*. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia]. repositorio académico de

UCC. https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/b995dd49-1c4c-44b6-bfe0-fff78d646a97.

Jara Oncebay, G. G., & Ramos Cunuran, G. R. (2021). *Propuesta de un modelo de gestión de riesgos para prevenir desastres naturales ocasionado por huaycos en el sector de la Quebrada del Diablo - Tacna*. [Tesis de Grado, Universidad Privada de Tacna]. repositorio académico de UPT https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1745.

Ledesma Romero , N., & Garrido , D. (2018). *Diseño y propuesta de Implementación de un Muro de Contención en la vía de acceso a la vereda san lorenzo - Bogotá*. [Tesis de Grado, Universidad Piloto De Colombia]. repositorio académico de UPC. http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004834.pdf.

Leidy, C. P., & Octavio, G. A. (2021). *Modelamiento Hidrólogico e Hidráulico para el Pre Dimensionamiento de defensas Ribereñas en el tramo 8+000 a 14+080 Km. Del Río Chancay - Provincia de Huaral - Departamento de Lima*. [Tesis de Grado, Universidad de San Martin de Porres]. repositorio académico de USMP. https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/10240.

López Maza, B. E., & Alvarez Borja, G. E. (2021). *Diseño hidráulico de las obras de control de torrentes y retención de sedimentos en la Quebrada Rinconada, Distrito Salaverry - Trujillo*. [Tesis de Grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. repositorio académico de UPAO. https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7842.

Lurita Isla, N. D., & Morote Gamboa, A. M. (2020). *Diseño de muro de gravedad utilizando bolonería de la zona para mitigar efectos producidos por los Huaycos, Quebrada Santo Domingo, Chosica*. [Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejos]. repositorio académico de UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58035.

Melgara Rugama, F. V., & Rayo Cuadra, A. L. (2018). *Diseño de muros de contención para la proteccion de la población ribereña del barrio Boris Vega en la quebrada El Zapote, ciudad de Estelí*. [Tesis de Grado,

Universidad Nacional de Ingenierías]. repositorio académico de UNI. https://ribuni.uni.edu.ni/1998/.

Ministerio del Ambiente. (5 de Marzo de 2023). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del perú (SENAMHI). https://www.gob.pe/senamhi*.

Mondragón Z, A. O. (2022). *Estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo a través del ensayo spt, elementos finitos y métodos analíticos de terzaghi y meyerhof 2022*. [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. repositorio académico de UPN. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32530/Mondragon%20Zurita%20Ancelmo%20Onel.pdf?sequence=2.

Rios Fernandez, A. J., & Solari Sanchez, A. (2021). *Análisis hidráulico y estructural de un muro de contención en el margen del río Santa Eulalia, Callahuanca*. [Tesis de Grado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. repositorio académico de UCSS. https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1314.

Santana S, H., & Lima, P. R. (2021). *Propuesta de obra para el control de inundaciones en la cuenca baja del río. Portoviejo, sector el Horcón - Ceibal, cantón Rocafuerte - Manabí – Ecuador*. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 6(9), 2305-2331. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8094578.

Wu, Y., Lingfeng , Z., Yaobin , M., Qigen , L., & Yang , F. (2023). Influential Topographic Factor Identification of Soil Heavy Metals Using GeoDetector: The Effects of DEM Resolution and Pollution Sources. *Remote Sensing, 15(16), 4067.*, https://doi.org/10.3390/rs15164067.

Zevallos Pinedo, S. J. (2023). *Diseño de muro de contencion para disminuir inundaciones en la quebrada Santo Domingo, Lurigancho – Chosica*. [Tesis de Grado ,Universidad Peruana los Andes]. repositorio académico de UPA. https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5699.

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

5.3 Estudio Geotécnico 197

5.4 Panel fotográfico área de intervención 213

5.5 Resultados de laboratorio diseño de mezcla 218

5.6 Planos de presa de control 223

5.7 Matriz de consistencia 229

5.8 Fotos vuelo drone 230

5.9 Acceso de trocha carrozable 234

5.10 Certificado de calibración 239

5.3 Estudio Geotécnico

Calicata 1: Resultados de gabinete de estudio de mecánica de suelos de la calicata 1.

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS :PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"

SOLICITANTE : CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN : QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.55 **N.F.**
MUESTRA : CALICATA N° 01 - MUESTRA N° 01
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
1"	25.000	369.00	14.06	14.06	**85.94**	
3/4"	19.000	265.00	10.10	24.16	**75.84**	
1/2"	12.500	527.00	20.08	44.25	**55.75**	
3/8"	9.500	272.00	10.37	54.61	**45.39**	
1/4"	6.300					
No4	4.750	497.00	18.94	73.55	**26.45**	
No8	2.360					
No10	2.000	303.00	11.55	85.10	**14.90**	
No16	1.180					
No20	0.850	149.00	5.68	90.78	**9.22**	
No30	0.600					
No40	0.425	73.00	2.78	93.56	**6.44**	
No 50	0.300					
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	69.00	2.63	96.19	**3.81**	
No200	0.075	79.00	3.01	99.20	**0.80**	
BASE		21.00	0.80	100.00	0.00	
TOTAL		2624.00	100.00			
% PERDIDA		0.80				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCION DE LA MUESTRA
P.I.= 2624.00
P.L.= 2603.00
P.P.= 21.00
% w = 0.74

LIMITES DE CONSISTENCIA:
L.L.= **26.82**
L.P.= **NP**
I.P.= **NP**

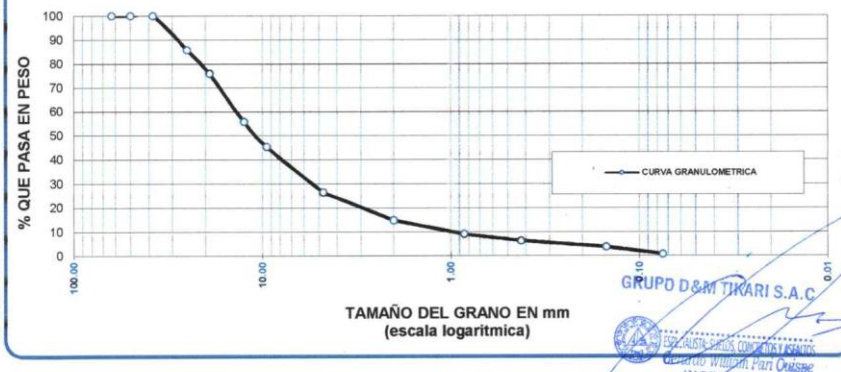
CARACT. GRANULOMETRICAS:
D10= 1.007 **Cu=** 13.8
D30= 5.641 **Cc=** 2.28
D60= 13.87

CLASIFICACION:
I.G. =

SUCS : **GW**
ASSTHO : **A-1a(0)**

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMETRICA



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

CUADRO N° 1

CALCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCION INTERNA

OBRA	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 01 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.55 m N.F.
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata Muestra Ubicación Prof. SUCS	Densidades secas			Densidad Relativa (DR) %	% que pasa la malla N° 200	Meyerhof 0.15*DR+25 Ang. de Fricc. interna (*)	Factor de Corrección "n" (100-%N°200)+5	Corrección del Angulo de Fricc. interna (*)
	Natural de Campo ( )	Mín.	Máx.					
C-1 M-1 : GW	1.73	1.72	1.87	4.66	0.80	25.70	104.20	27

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
ESPECIALISTA SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

CUADRO N° 2

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

OBRA :PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"

SOLICITANTE : CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN : QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA : CALICATA N° 01 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.55 **N.F.**
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata Muestra Ubicación Prof. SUCS	Angulo Fricción Interna (0)	Fact. de Capac. de Carga Nr	Nq	Ancho de Cimentación (B) (m)	Densidad Natural ( )	Profund. de Cimentación (h) (m)	qu Tn/m2	q Adm. F.S. 3 Kg/cm2
C-1 M-1	27.000	23.930	13.200	1.000	1.730	1.000	43.535	1.451 0.972 (*)
	27.000	23.930	13.200	1.500	1.730	1.500	65.303	2.177 1.458 (*)
: GW	27.000	23.930	13.200	1.500	1.730	2.000	76.721	2.557 1.713 (*)

(*) Corrección por Nivel Freático

O D&M TIKARI S.A.C
ESPECIALISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

TESIS	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 01 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.55 m NIVEL FREATICO:
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	322.03
SUELO SECO + TARRO	gr	319.91
PESO DEL TARRO	gr	32.91
PESO DEL AGUA	gr	2.12
PESO DEL SUELO SECO	gr	287.00
HUMEDAD %	%	0.74

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

CAPA :

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-20	7-O
SUELO HUMEDO + TARR	gr	22.90	27.70
SUELO SECO + TARRO	gr	19.26	22.53
PESO DEL TARRO	gr	6.13	5.80
PESO DEL AGUA	gr	3.64	5.17
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.13	16.73
HUMEDAD %	%	27.72	30.90
N° DE GOLPES		12	12

LIMITE LIQUIDO	26.82	*LIMITE PLASTICO* :	*NP*

INDICE PLASTICO	:	NP

LL = Wn * (N/25)^0.121
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
ESPECIALISTA: SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

TESIS	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 01 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.55 m
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

SUELTO				
PESO M.+AGRE	P. MOLDE	V. MOLDE		
13952	8419	3210.5	1723	
13955	8419	3210.5	1724	
13950	8419	3210.5	1723	
			1724	KG/M3
	DENSIDAD MINIMA		1.72	GR/CM3

VARILLADO				
PESO M.+AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14435	8419	3210.5	1874	
14438	8419	3210.5	1875	
14436	8419	3210.5	1874	
			1874	KG/M3
	DENSIDAD MAXIMA		1.87	GR/CM3

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
GRUPO D&M SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

1. **Calicata 2: Resultados de gabinete de estudio de mecánica de suelos de la calicata 2.**

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

OBRA :PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"

SOLICITANTE : CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN : QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.80 **N.F.**
MUESTRA : CALICATA N° 02 - MUESTRA N° 01
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
1 1/2"	38.100	778.00	20.16	20.16	**79.84**	
1"	25.000	867.00	22.46	42.62	**57.38**	
3/4"	19.000	384.00	9.95	52.56	**47.44**	
1/2"	12.500	336.00	8.70	61.27	**38.73**	
3/8"	9.500	160.00	4.15	65.41	**34.59**	
1/4"	6.300					
No4	4.750	321.00	8.32	73.73	**26.27**	
No8	2.360					
No10	2.000	309.00	8.01	81.74	**18.26**	
No16	1.180					
No20	0.850	253.00	6.55	88.29	**11.71**	
No30	0.600					
No40	0.425	186.00	4.82	93.11	**6.89**	
No 50	0.300					
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	147.00	3.81	96.92	**3.08**	
No200	0.075	12.00	0.31	97.23	**2.77**	
BASE		107.00	2.77	100.00	0.00	
TOTAL		3860.00	100.00			
% PERDIDA		2.77				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCION DE LA MUESTRA
P.I.= 3860.00
P.L.= 3753.00
P.P.= 107.00
%W= 0.46

LIMITES DE CONSISTENCIA:
L.L.= **20.29**
L.P.= NP
I.P.= NP

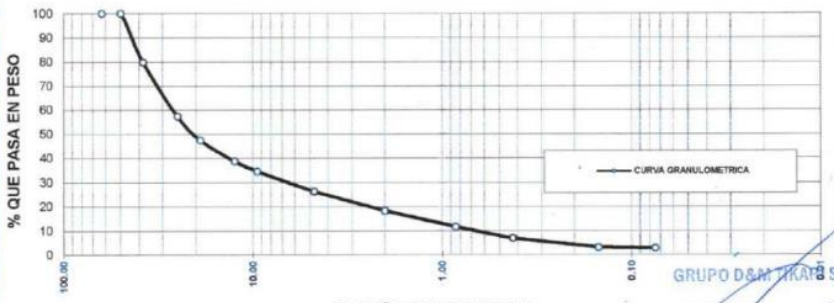
CARACT. GRANULOMETRICAS:
D10= 0.699 **Cu=** 37.9
D30= 6.881 **Cc=** 2.55
D60= 26.53

CLASIFICACION:
I.G. =

SUCS : GW
ASSTHO : A-1a(0)

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMETRICA



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 63021

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C - 212

CUADRO N° 1

CALCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCION INTERNA

OBRA	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RAPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 02 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.80 m N.F.
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata Muestra Ubicación Prof. SUCS	Densidades secas			Densidad Relativa (DR) %	% que pasa la malla N° 200	Meyerhof 0.15*DR+25 Ang. de Fricc. interna (*)	Factor de Corrección "n" (100-%N°200)+5	Corrección del Angulo de Fricc. interna (*)
	Natural de Campo ( )	Mín.	Máx.					
C-2 M-1 : GW	1.77	1.77	1.99	2.34	2.77	25.35	102.23	26

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83521

CUADRO N° 2

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

OBRA :PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"

SOLICITANTE : CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN : QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA : CALICATA N° 02 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.80 **N.F.**
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata Muestra Ubicación Prof. SUCS	Angulo Fricción Interna (0)	Fact. de Capac. de Carga Nr	Nq	Ancho de Cimentación (B) (m)	Densidad Natural ( )	Profund. de Cimentación (h) (m)	qu Tn/m2	q Adm. F.S. 3 Kg/cm2
C-1 M-1	26.000	22.250	11.850	1.000	1.770	1.000	40.666	1.356 0.908 (*)
	26.000	22.250	11.850	1.500	1.770	1.500	60.999	2.033 1.362 (*)
: GW	26.000	22.250	11.850	1.500	1.770	2.000	71.486	2.383 1.597 (*)

(*) Corrección por Nivel Freático

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
Gerardo Wilfredo Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83021

TESIS	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 02 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.80 m NIVEL FREATICO:
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	298.48
SUELO SECO + TARRO	gr	297.28
PESO DEL TARRO	gr	34.58
PESO DEL AGUA	gr	1.20
PESO DEL SUELO SECO	gr	262.70
HUMEDAD %	%	0.46

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

CAPA :

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		W-2	Y-P		
SUELO HUMEDO + TARR	gr	23.38	22.07		
SUELO SECO + TARRO	gr	20.10	19.04		
PESO DEL TARRO	gr	5.85	5.81		
PESO DEL AGUA	gr	3.28	3.03		
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.25	13.23		
HUMEDAD %	%	23.02	22.90		
N° DE GOLPES		9	9		

LIMITE LIQUIDO	20.29	*LIMITE PLASTICO* :	*NP*

INDICE PLASTICO	:	NP

LL = Wn * (N/25)^0.121
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
Gerente: William Fort Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 89921

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

PROYECTO	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 02 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 1.80 m
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

SUELTO				
PESO M.+AGRE	P. MOLDE	V. MOLDE		
14088	8419	3210.5	1766	
14085	8419	3210.5	1765	
14087	8419	3210.5	1765	
			1765	KG/M3
	DENSIDAD MINIMA		1.77	GR/CM3

VARILLADO				
PESO M.+AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14800	8419	3210.5	1988	
14804	8419	3210.5	1989	
14803	8419	3210.5	1988	
			1988	KG/M3
	DENSIDAD MAXIMA		1.99	GR/CM3

GRUPO D&M TIKARI S.A.C

GRUPO D&M TIKARI S.A.C. CONCRETO Y ASFALTO
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 63921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com C - 212

2. **Calicata 3: Resultados de gabinete de estudio de mecánica de suelos de la calicata 3.**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

OBRA :PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"

SOLICITANTE : CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN : QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
PROFUNDIDAD : 0.20 - 2.00 N.F.
MUESTRA : CALICATA N° 03 - MUESTRA N° 01
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	75.000					
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	**100.00**	
1"	25.000	951.00	28.60	28.60	**71.40**	
3/4"	19.000	412.00	12.39	40.99	**59.01**	
1/2"	12.500	328.00	9.86	50.86	**49.14**	
3/8"	9.500	155.00	4.66	55.52	**44.48**	
1/4"	6.300					
No4	4.750	345.00	10.38	65.89	**34.11**	
No8	2.360					
No10	2.000	298.00	8.96	74.86	**25.14**	
No16	1.180					
No20	0.850	265.00	7.97	82.83	**17.17**	
No30	0.600					
No40	0.425	191.00	5.74	88.57	**11.43**	
No 50	0.300					
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	245.00	7.37	95.94	**4.06**	
No200	0.075	45.00	1.35	97.29	**2.71**	
BASE		90.00	2.71	100.00	0.00	
TOTAL		3325.00	100.00			
% PERDIDA		2.71				

TAMAÑO MAXIMO:

DESCRIPCION DE LA MUESTRA
P.I.= 3325.00
P.L.= 3235.00
P.P.= 90.00
% W = 1.54

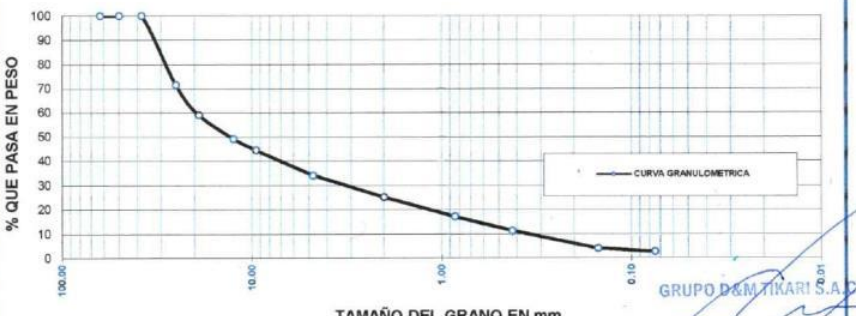
LIMITES DE CONSISTENCIA:
L.L.= **21.95**
L.P.= **NP**
I.P.= **NP**

CARACT. GRANULOMETRICAS:
D10= 0.372 Cu= 52.4
D30= 3.490 Cc= 1.68
D60= 19.48

CLASIFICACION:
I.G. =
SUCS : GW
ASSTHO : A-1a(0)

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMETRICA



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 82821

CUADRO N° 1

CALCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA Y ANGULO DE FRICCION INTERNA

OBRA	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 03 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 2.00 m N.F.
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata Muestra Ubicación Prof. SUCS	Densidades secas			Densidad Relativa (DR) %	% que pasa la malla N° 200	Meyerhof 0.15*DR+25 Ang. de Fricc. interna (*)	Factor de Corrección "n" (100-%N°200)+5	Corrección del Angulo de Fricc. interna (*)
	Natural de Campo ( )	Mín.	Máx.					
C-2 M-1 : GW	1.81	1.80	1.99	8.31	2.71	26.25	102.29	27

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
Gerardo Wilfrem Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 63921

CUADRO N° 2

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

OBRA :PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"

SOLICITANTE : CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN : QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA : CALICATA N° 03 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD : 0.20 - 2.00 N.F.
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

Calicata Muestra Ubicación Prof. SUCS	Angulo Fricción Interna (0)	Fact. de Capac. de Carga Nr	Nq	Ancho de Cimentación (B) (m)	Densidad Natural ( )	Profund. de Cimentación (h) (m)	qu Tn/m2	q Adm. F.S. 3 Kg/cm2
C-1 M-1	27.000	23.940	13.200	1.000	1.810	1.000	45.558	1.519 1.017 (*)
	27.000	23.940	13.200	1.500	1.810	1.500	68.337	2.278 1.526 (*)
: GW	27.000	23.940	13.200	1.500	1.810	2.000	80.283	2.676 1.793 (*)

(*) Corrección por Nivel Freático

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83821

TESIS	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 03 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 2.00 m NIVEL FREATICO:
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	302.15
SUELO SECO + TARRO	gr	298.11
PESO DEL TARRO	gr	35.12
PESO DEL AGUA	gr	4.04
PESO DEL SUELO SECO	gr	262.99
HUMEDAD %	%	1.54

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

CAPA :

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		D-R	Y-Ñ
SUELO HUMEDO + TARR	gr	24.11	23.12
SUELO SECO + TARRO	gr	20.55	19.75
PESO DEL TARRO	gr	5.91	5.81
PESO DEL AGUA	gr	3.56	3.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.64	13.94
HUMEDAD %	%	24.32	24.18
N° DE GOLPES		11	11

LIMITE LIQUIDO	21.95	*LIMITE PLASTICO* :	*NP*

INDICE PLASTICO	:	NP

LL = Wn * (N/25)^0.121
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 23221

PROYECTO	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
UBICACIÓN	: QUEBRADA SECOCHA, CENTRO POBLADO SECOCHA, PROVINCIA DE CAMANA
MUESTRA	: CALICATA N° 03 - MUESTRA N° 01
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 2.00 m
FECHA	: 23 DE SETIEMBRE DEL 2023

DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

SUELTO				
PESO M.+AGRE	P. MOLDE	V. MOLDE		
14185	8419	3210.5	1796	
14182	8419	3210.5	1795	
14180	8419	3210.5	1794	
			1795	KG/M3
	DENSIDAD MINIMA		1.80	GR/CM3

VARILLADO				
PESO M.+AGRE.	P. MOLDE	V. MOLDE		
14812	8419	3210.5	1991	
14814	8419	3210.5	1992	
14816	8419	3210.5	1993	
			1992	KG/M3
	DENSIDAD MAXIMA		1.99	GR/CM3

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Gerardo William Puri Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83821

5.4 Panel fotográfico área de intervención

Se describe la situación actual del área de intervención y los ensayos realizados en situ.

N
E
S
W
Google
Network time is not synchronized
Local: 17 sept 2023 1:43:59 p. m. GMT-05:00
-15°57'21.115"S -73°12'7.938"W
14° N
Altitud:1330.0m
Velocidad:0.0km/h
Número de índice: 91

N
E
S
W
Google
Network time is not synchronized
Local: 17 sept 2023 2:09:45 p. m. GMT-05:00
-15°57'21.079"S -73°12'7.734"W
12° N
Altitud:1339.2m
Velocidad:0.0km/h
Número de índice: 101

N
E
S
W
Google
Network time is not synchronized
Local: 17 sept 2023 1:59:46 p. m. GMT-05:00
-15°57'21.005"S -73°12'7.785"W
15° N
Altitud:1337.0m
Velocidad:0.0km/h
Número de índice: 96

N
W
E
S
Posco Misky
Campo Soledad
labor 814
Google
Network: 17 sept 2023 3:47:22 p. m. GMT-05:00
Local: 17 sept 2023 3:47:20 p. m. GMT-05:00
-15°58'15.746"S -73°11'25.19"W
11° N
Altitud:1007.6m
Velocidad:0.0km/h
Número de índice: 116

N
W
E
S
Google
Network time is not synchronized
Local: 17 sept 2023 11:50:19 a. m. GMT-05:00
-15°58'21.344"S -73°11'18.454"W
356° N
Altitud:965.8m
Velocidad:0.0km/h
Número de índice: 78

Network: 17 sept 2023 4:30:49 p. m. GMT-05:00
Local: 17 sept 2023 4:30:48 p. m. GMT-05:00
-15°58'21.028"S -73°11'18.823"W
45° NE
Altitud:940.5m
Velocidad:0.0km/h
Número de índice: 130
Pampaylima-Vitelweb
Google

Network time is not synchronized
Local: 17 sept 2023 11:50:19 a. m. GMT-05:00
-15°58'21.344"S -73°11'18.454"W
356° N
Altitud:965.8m
Velocidad:0.0km/h
Número de índice: 78
Google

5.5 Resultados de laboratorio diseño de mezcla

Se describe la determinación la cuantificación de los insumos a utilizar en el diseño del núcleo de la presa de control.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 280 Kg./cm.²

TESIS	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: BACH. CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
CANTERA	: CHIGUATA
UBICACIÓN	: SECOCHA - CAMANA - AREQUIPA
FECHA	: 25 DE OCTUBRE DEL 2023

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c **280** Kg./cm.² a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 364 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76,2 mm. A 101,6 mm.).

Dado el uso de piedra chancada, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con l as especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4"** (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERISTICAS FISICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.58	2.54
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1714	1670
P.U. Suelto	1434	1514
% de Absorción	2.19	3.13
% de Humedad Natural	0.85	1.81
Modulo de Fineza	-	2.61

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76,2 mm. A 101,6 mm.).
2, Se usará piedra chancada disponible en la localidad, el cual posee un diám. 3/4" (19.05mm)
3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, pero la estructura no estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **200** Lt/m3
4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0** %
5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.48**
6, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

(200 Lt/m3) / (0.48) = 417 Kg/m3

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 63921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C - 227

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.61 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1714 Kg/m3 y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de **0.659** m3 de agregado grueso por m3 de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

(0.659)*(1714) = 1129 Kg/m3

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= (200)/(1000)	= 0.200
Volúmen absoluto de cemento	= (417)/(2.85 * 1000)	= 0.146
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (1129)/(2.58 * 1000)	= 0.438
Volúmen de aire atrapado	= (2.0)/(100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.805

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = (1.000 - 0.805) = 0.195 m3

(0.195)*(2.54)* 1000 = 497 Kg/m3

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo (1129)*(1.008527) = 1139 Kg.
Agregado Fino húmedo (497)*(1.0181) = 506 Kg.

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$200 - 1129 * \left(\frac{0.85 - 2.19}{100} \right) - 497 \left(\frac{1.81 - 3.13}{100} \right) = 222$$

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	PROPORCION EN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO	PROPORCION EN VOLUMEN
	(Kg/m3)		(Kg/m3)	PESO HUMEDO
Cemento	417	1.00	417	1.00
Agua	200	0.48	222	0.53
Agreg. Grueso	1129	2.71	1139	2.73
Agreg. Fino	497	1.19	506	1.21
Aire	2.0 %		2.0 %	

9.8 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Gerardo Tikicm Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83321

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	51.62 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	116.19 Kg.
Agua efectiva	:	22.61 Kg.

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies3

1.0 Bolsa de Cemento:			Redondeo		
-	**1.21**	p3 de Arena	**1.2**	p3	de Arena
-	**2.86**	p3 de Grava	**2.9**	p3	de Grava
-	**23**	Lt de Agua	**23**	Lt	de Agua

RECOMENDACIONES:

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Gerardo Quispe Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 63021

TESIS	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: BACH. CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
CANTERA	: CHIGUATA
UBICACIÓN	: SECOCHA - CAMANA - AREQUIPA
FECHA	: 25 DE OCTUBRE DEL 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	280.41
P.T.M. SECA	276.12
P.TARRO	38.74
P AGUA	4.29
P.S.SECO	237.38
% HUMEDAD	1.81

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	440.52
P.T.M. SECA	437.12
P.TARRO	38.40
P AGUA	3.40
P.S.SECO	398.72
% HUMEDAD	0.85

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
P.M.+AG.	P. MOLDE	V. MOLDE	
9925	6710	2123	1514
9922	6710	2123	1513
9924	6710	2123	1514
			1514 KG/M3

VARRILLADO			
P.M.+AG.	P. MOLDE	V. MOLDE	
10255	6710	2123	1670
10256	6710	2123	1670
10258	6710	2123	1671
			1670 KG/M3

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
P.M.+AG.	P. MOLDE	V. MOLDE	
12821	8220	3210.5	1433
12823	8220	3210.5	1434
12825	8220	3210.5	1434
			1434 KG/M3

VARRILLADO			
P.M.+AG.	P. MOLDE	V. MOLDE	
13725	8220	3210.5	1715
13722	8220	3210.5	1714
13721	8220	3210.5	1713
			1714 KG/M3

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Claudio William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TESIS	:PROPUESTA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (CHECK DAMS) PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA"
SOLICITANTE	: BACH. CLAUDIO ARNALDO GUTIERREZ COLCA
CANTERA	: CHIGUATA
UBICACIÓN	: SECOCHA - CAMANA - AREQUIPA
FECHA	: 25 DE OCTUBRE DEL 2023

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	0	0.00	0.00	100.00
N° 8	92.15	18.43	18.43	81.57
N° 16	55.23	11.05	29.48	70.52
N° 30	92.12	18.42	47.90	52.10
N° 50	136.29	27.26	75.16	24.84
N° 100	74.15	14.83	89.99	10.01
N° 200	34.21	6.84	96.83	3.17
FONDO	15.85	3.17	100.00	0.00
SUMA	500.00	100.00		

Observaciones sobre el Análisis Granulométrico

Mf = MODULO DE FINEZA 2.61

Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro

A	-Peso de muestra secada al horno	484.81
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1272.56
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1575.92

PESO ESPECIFICO

Wc+B = 1773 Wc+B-W = 197

$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} = 2.54$

ABSORCION

B = 500.00 B-A = 15.19

$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 3.13$

PIEDRA CHANCADA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
2 1/2	0	0	0	0
2"	0	0.00	0.00	100
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	420	12.00	12.00	88.00
1/2"	1410	40.29	52.29	47.71
3/8"	690	19.71	72.00	28.00
1/4"				
N° 4	980	28.00	100.00	0.00
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00
SUMA	3500	100.00		

Observaciones sobre el Análisis Granulométrico

Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro

A	-Peso de muestra secada al horno	782.86
B	-Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
Wc	-Peso del picnómetro con agua	1272.56
W	-Peso del Pic. + muestra + agua	1762.12

PESO ESPECIFICO

Wc+B = 2073 Wc+B-W = 310

$Pe = \frac{B}{Wc + B - W} = 2.58$

ABSORCION

B = 800.00 B-A = 17.14

$Abs = \frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.19$

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

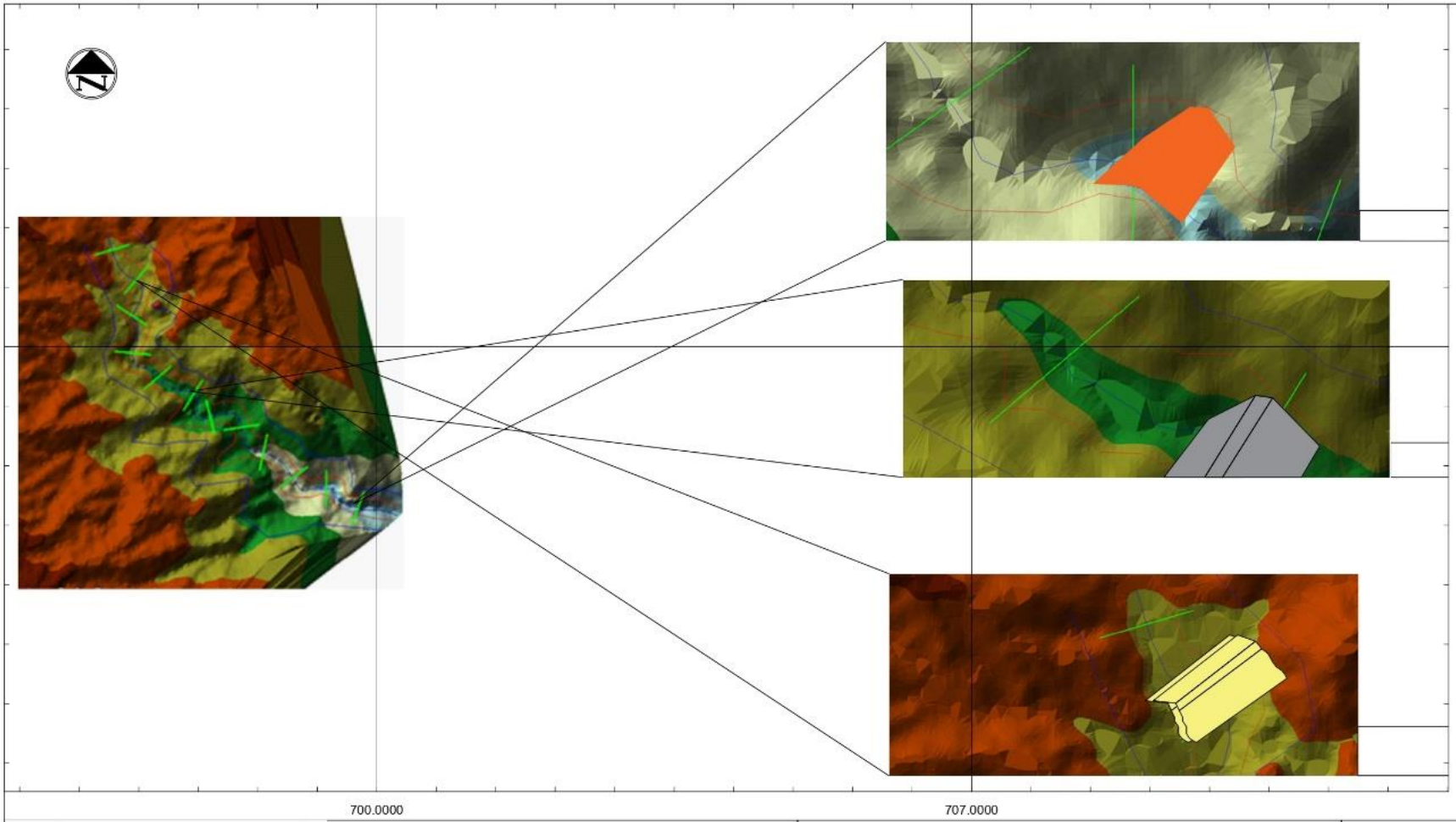
Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-227

5.6 Planos de presa de control

Se detalla las dimensiones de las tres presas de control

USMP UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES	**UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES** FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL PLANO: Ubicacion de presas de control Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo	**PROYECTO DE INVESTIGACION**: Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa	P-6 FECHA: 09/09/2023



UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PLANO: Presas de control

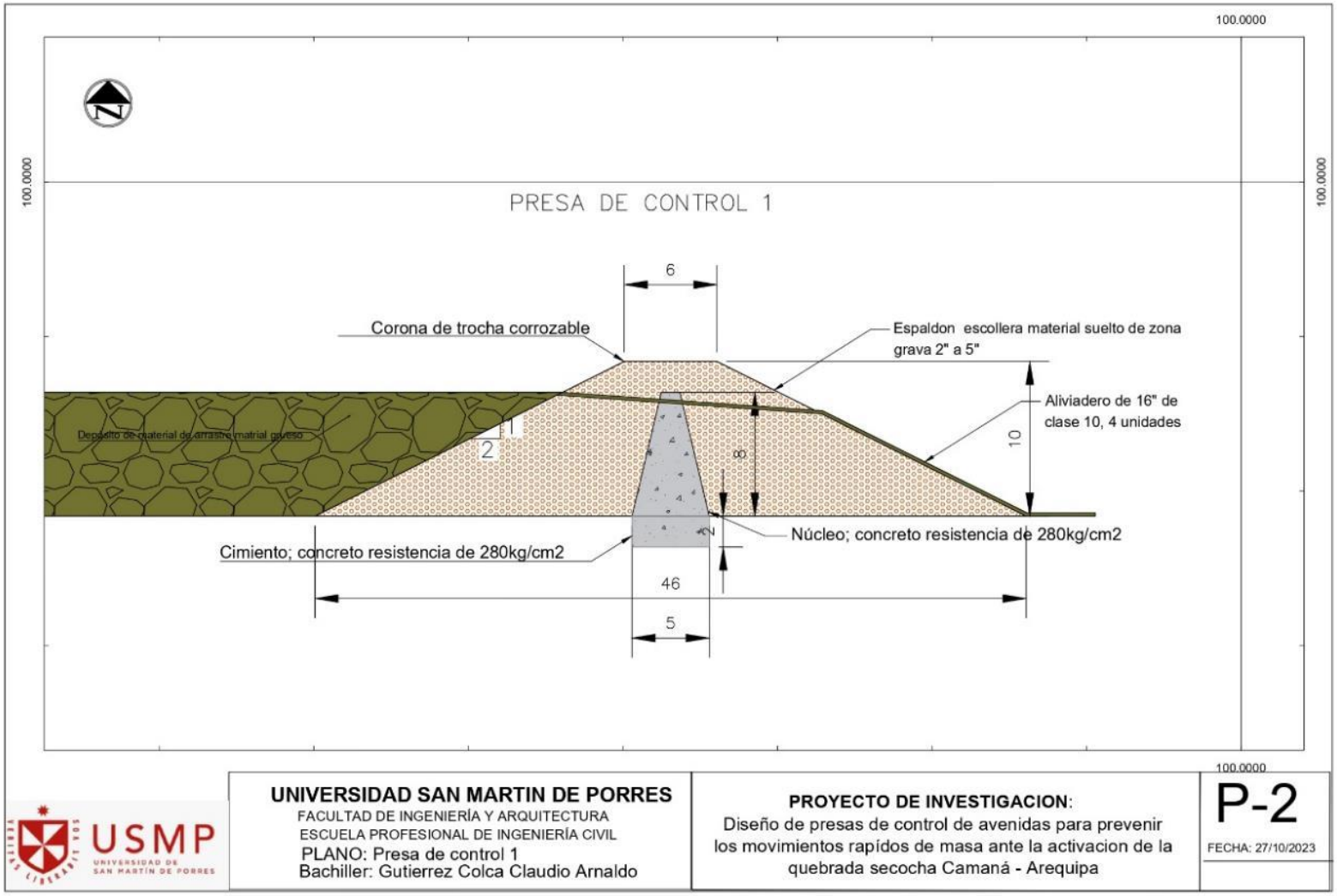
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:

Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

P-5

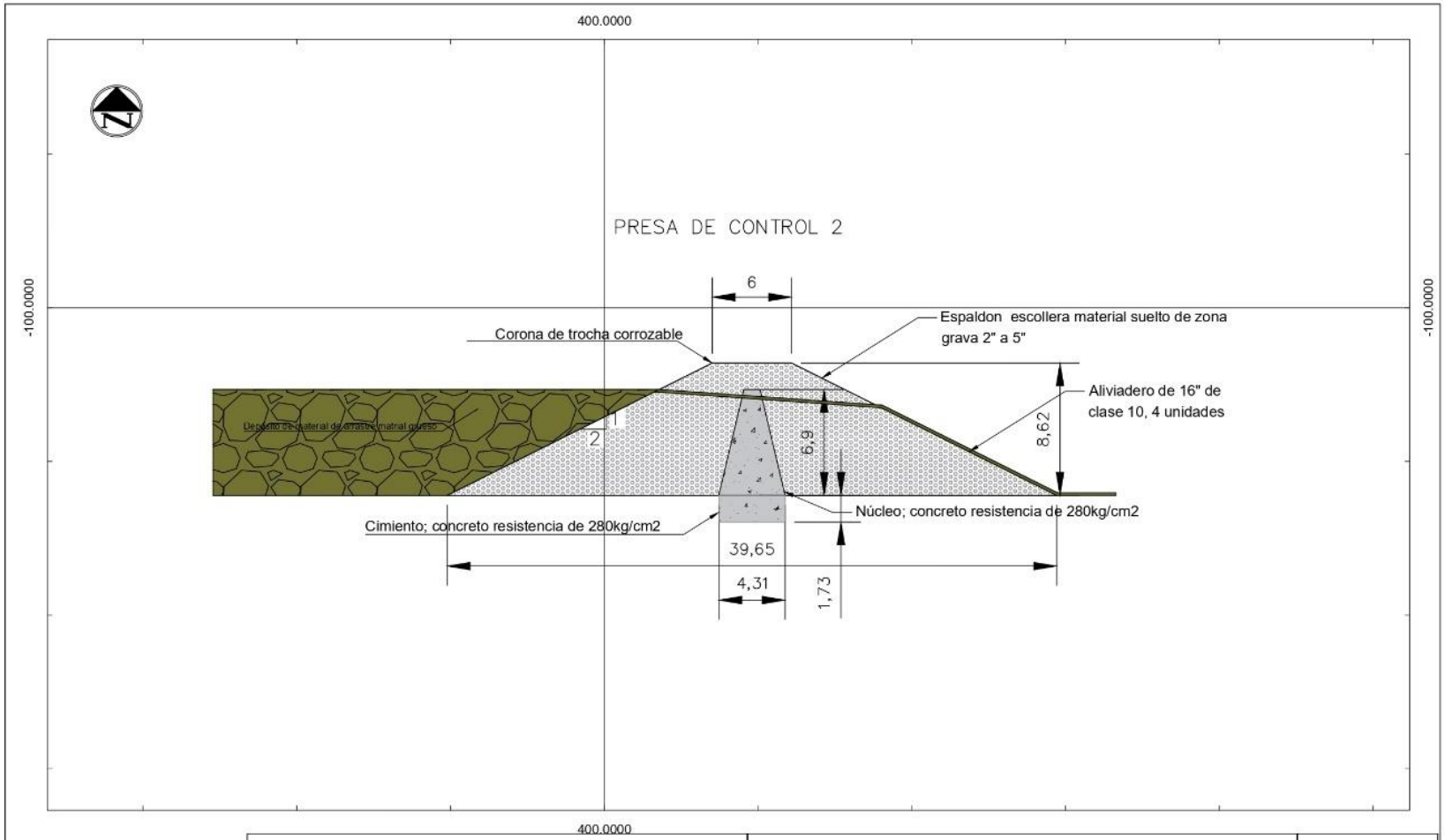
FECHA: 09/09/2023



UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PLANO: Presa de control 1
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:
Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

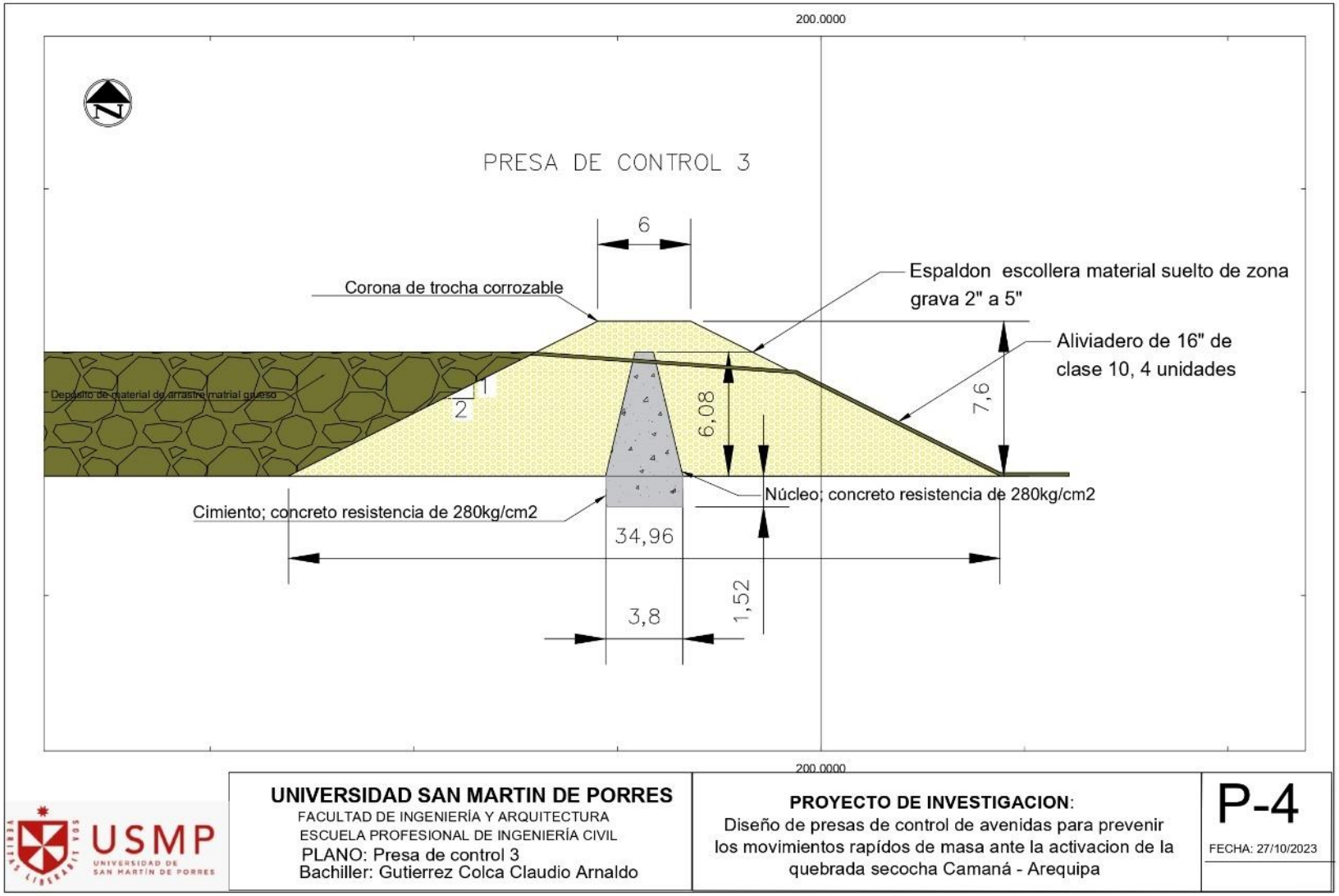
P-2
FECHA: 27/10/2023



UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PLANO: Presa de control 2
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:
Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

P-3
FECHA: 27/10/2023



UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PLANO: Presa de control 3
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:
Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

P-4
FECHA: 27/10/2023

5.7 Matriz de consistencia

USMP

MATRIZ DE CONSISTENCIA

DISEÑO PRESAS DE CONTROL DE AVENIDAS PARA PREVENIR LOS MOVIMIENTOS RÁPIDOS DE MASA ANTE LA ACTIVACIÓN DE LA QUEBRADA SECOCHA CAMANÁ – AREQUIPA

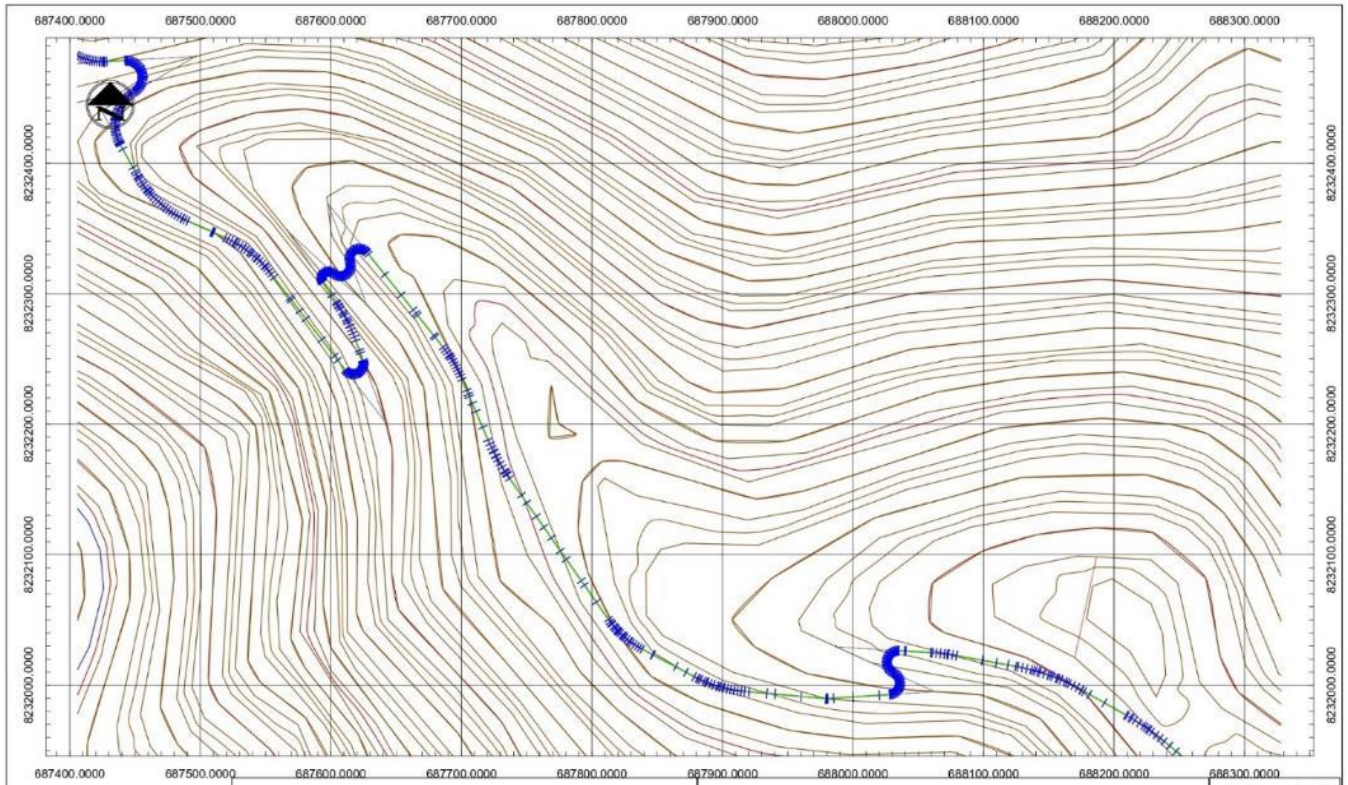
Elaborado por: Claudio Gutiérrez Colca

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
Problema General	**Objetivo general**	**Hipótesis General**	**Variable independiente**	Parámetros hidrológicos	Levantamiento topográfico	**Diseño**
¿En que medida influye el **Diseño de Presas de control** para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa?	Realizar el **Diseño de Presas de Control** para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa	Las Presas de Control **reduce el peligro de flujo de detritos en mas del 85%** ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa	**Presas de control**	Parámetros hidráulicos Parámetros geotécnicos Predimencionamiento de presa	Tiempo de concentración Hietograma Caudales Peso específico del suelo θ de fricción Capacidad Portante Ancho de corona Altura efectiva Ancho de base	**Tipo de Investigación:** Aplicado **Nivel de Investigación:** Descriptivo Explicativo **Diseño de Investigación:** No Experimental
Problema Especifico	**Objetivo Específico**	**Hipótesis Especifico**	**Variable Dependiente**			**Muestra**
¿Cuál es la influencia de los **Parámetros hidrológicos** para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa?	Determinar los **Parámetros hidrológicos** para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa	El **tiempo de contracción será más de 2 horas** en la prevención los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa	**Prevención de Movimientos Rápidos de Masa** (IMGEMMET, 2018)	Características del huaico	Ø Mapa de susceptibilidad	**Población:** Población es la cuenca Secocha de 464km **Muestra:** Es no probabilístico, esta sectorizada en tres tramos que tienen una longitud de base de presa tramo 1 de 46m, tramo 2 de 50m y tramo 2 de 80m.
¿Cuál es la influencia de **los Parámetros hidráulicos** para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa?	Determinar los **Parámetros hidráulicos** para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa	Los **caudales máximos obtenidos será mayores a 25m3/s** en la prevención los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa				**Instrumentos** Encuesta a expertos Observación y vuelo Ensayos Bibliografía Modelación
¿Cuál es la influencia de **los Parámetros Geotécnicos** para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa?	Determinar los **Parámetros Geotécnicos** para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa	La **capacidad portante es menor a 2.3kg/cm2** en la prevención los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa				**Procedimiento** visita y vuelo de drone inspección del área de intervención levantamiento topográfico procesamiento de data topográfica ecopilación de data de estación Ocoña procesamiento de data de precipitación determinación de caudades de retono modelamiento de mapas de susceptibilidad predimensionamiento de presa de control
¿Cuál es la influencia de **predimencionamiento de presa** para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa?	Determinar el predimencionamiento de presa para el Diseño de Presas de control de avenidas para prevenir los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa	La **altura de borde libre o de resguardo será mayor a 1 m** en la prevención los Movimientos Rápidos de Masa ante la Activación de la Quebrada Secocha Camaná – Arequipa				

5.8 Fotos vuelo drone

Se presenta la cuenca en estudio y característica morfológica.

5.9 Acceso de trocha carrozable



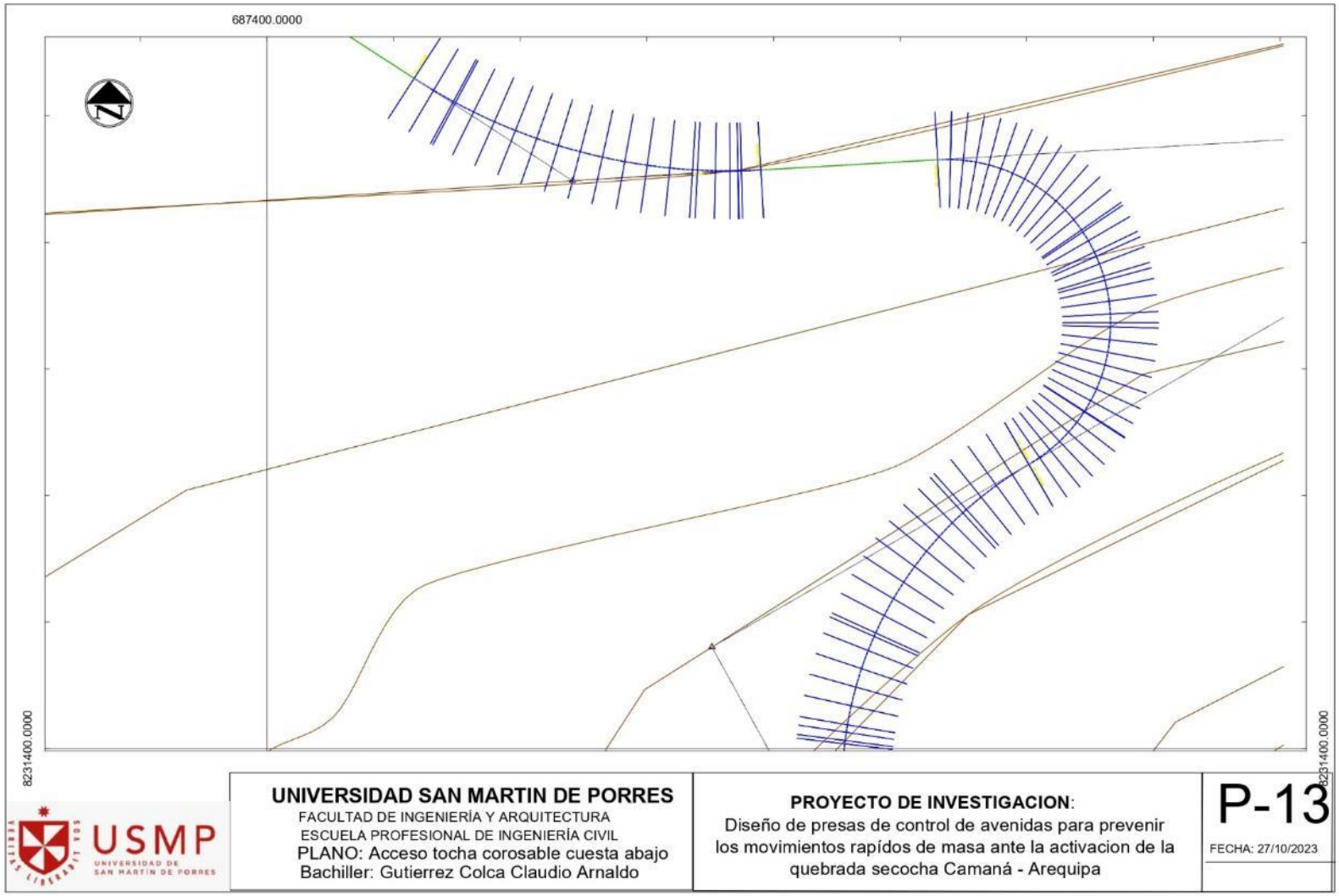
USMP
UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PLANO: Acceso tocha corosable
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:
Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

P-12

FECHA: 27/10/2023

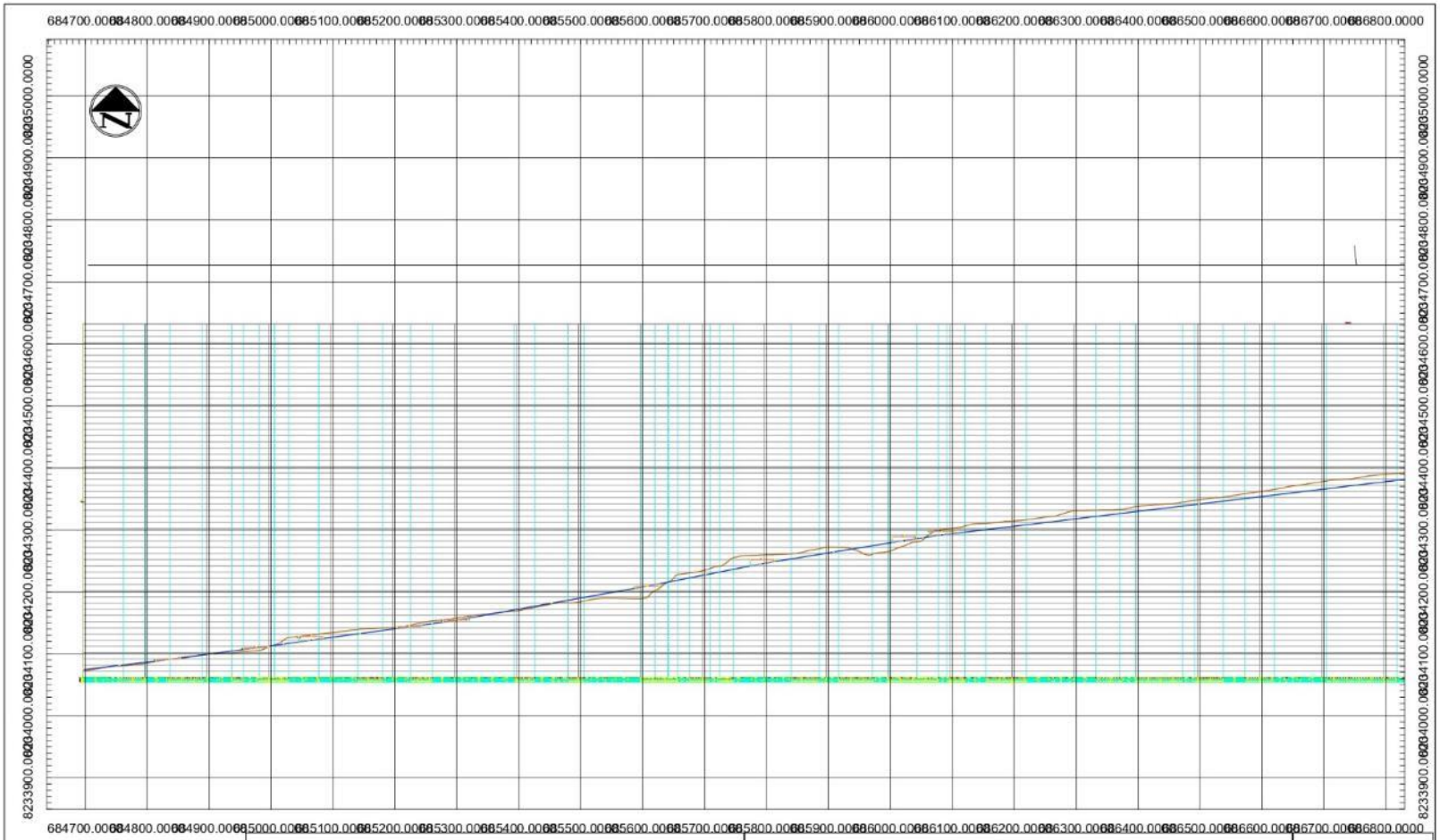


UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PLANO: Acceso tocha corosable cuesta abajo
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:
Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

P-13

FECHA: 27/10/2023

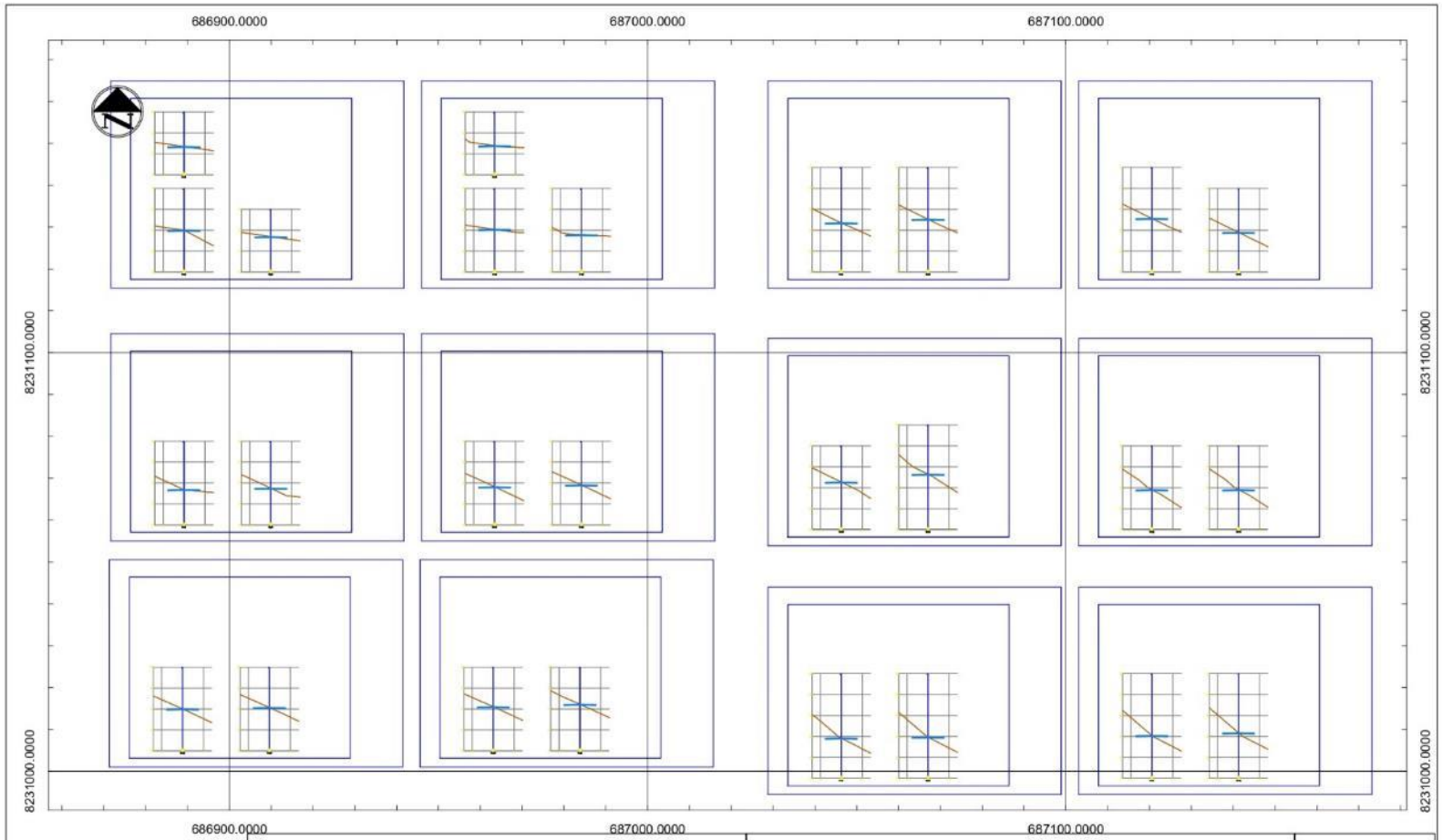


UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PLANO: Perfil de acceso trocha corrozable 01
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:
Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

P-15

FECHA: 27/10/2023



UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
PLANO: Seccion de acceso de trocha carrozable
Bachiller: Gutierrez Colca Claudio Arnaldo

PROYECTO DE INVESTIGACION:
Diseño de presas de control de avenidas para prevenir los movimientos rapídos de masa ante la activacion de la quebrada secocha Camaná - Arequipa

P-14

FECHA: 27/10/2023

5.10 Certificado de calibración

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

INFORME DE VERIFICACIÓN

CA-IV-047-2023

1. Expediente	0191
2. Solicitante	**GRUPO D & M TIKARI SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**
3. Dirección	JR. APURIMAC NRO. 1562 --- MANCO CAPAC - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
4. Instrumento de medición	**PENETROMETRO DINAMICO LIGERO DE CONO** (DPL)
Marca	No indica
Modelo	No indica
Procedencia	No indica
Número de Serie	No indica
Código de Identificación	CI-0080 (*)
5. Fecha de Verificación	2023-03-23

Fecha de Emisión

2023-03-31

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ASTETE SORIANO LUCIO FIR 42817546 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01/04/2023 11:47:50-0500

CALIBRATEC S.A.C. LABORATORIO PERU

Jefe de Laboratorio

977 997 385 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventascalibratec@gmail.com
CALIBRATEC SAC

6. Método de Verificación

La verificación se realizó tomando las medidas del equipo de DPL, según las normas de refencia: NTP 339.159

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Materiales de GRUPO D & M TIKARI SAC ubicado en Av. Ferrocaril N° 1983 Urb. La Capilla – Juliaca

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,9 °C	15,9 °C
Humedad Relativa	47 %	47 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.
(*) Código asignado por el laboratorio CALIBRATEC S.A.C.

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

Dimensiones de la masa de impacto

Peso (g)	Altura de Caída (mm)
10001	500,09

Dimensiones de las varillas

Varilla	Diámetro (mm)	Promedio de divisiones (mm)
1	22,00	9,99
2	21,98	10,00
3	22,01	9,98
4	22,02	9,99
5	22,03	10,01

12. Criterios de aceptación:

El equipo se encuentra en buenas condiciones, no presenta averias ni deterioro en su componentes. Norma NTP 339.159.

- Altura de caída de la masa de impacto: 50 mm ± 1 mm
- Peso de la masa de Impacto: 10,000 g ± 5 g
- diámetro de varillas: 22 mm ± 0.5 mm
- Promedio de divisines marcadas en las varillas: 10 mm ± 0.5 mm

Fin del Documento